

537,509

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 6 月 17 日 (17.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/051721 A1(51) 国際特許分類⁷: H01L 21/301, B28D
5/00, B23K 26/38 // 101:40435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011624

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiki et al.);
〒104-0061 東京都 中央区 銀座一丁目10番6号 銀座
ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日: 2003 年 9 月 11 日 (11.09.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

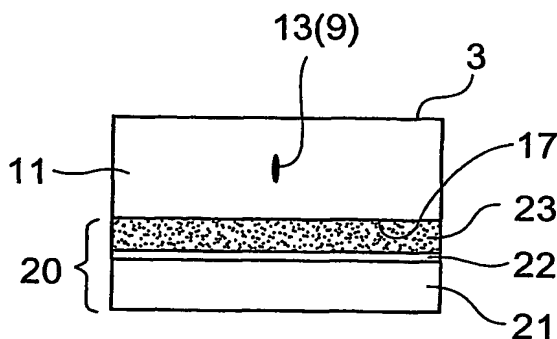
(30) 優先権データ:
特願2002-351600 2002 年 12 月 3 日 (03.12.2002) JP(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,
NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホト
ニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.)
[JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の
1 Shizuoka (JP).(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 福世 文嗣
(FUKUYO, Fumitsugu) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜
松市 市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会
社内 Shizuoka (JP). 福満 憲志 (FUKUMITSU, Kenshi)
[JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の
1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 内山 直
己 (UCHIYAMA, Naoki) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜
松市 市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内
Shizuoka (JP). 杉浦 隆二 (SUGIURA, Ryuji) [JP/JP]; 〒添付公開書類:
— 国際調査報告書2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD FOR CUTTING SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 半導体基板の切断方法

(57) Abstract: After a cutting part (9) is formed of a melting re-
gion (13) in a silicon wafer (11) by generating multiple photon
absorption, an adhesive sheet (20) pasted to the silicon wafer (11)
is stretched. Consequently, the silicon wafer (11) is cut into semi-
conductor chips (25) with high accuracy along the cutting part (9).
Since the opposite cutting faces (25a, 25a) of adjacent semicon-
ductor chips (25, 25) are separated from adhering state, a die bond
resin layer (23) is also cut along the cutting part (9). The silicon
wafer (11) and the die bond resin layer (23) can thereby be cut ex-
tremely efficiently as compared with the case where they are cut
by means of a blade while leaving a basic material (21) uncut.(57) 要約: 多光子吸収を発生させてシリコンウェハ 11 の
内部に熔融処理領域 13 による切断予定部 9 を形成した
後、シリコンウェハ 11 に貼り付けられた粘着シート 20 を拡張させる。これにより、切断予定部 9 に沿ってシリコ
ンウェハ 11 が半導体チップ 25 に精度良く切断される。このとき、隣り合う半導体チップ 25、25 の対向する
切断面 25a、25a は密着した状態から離間するため、ダイボンド樹脂層 23 も切断予定部 9 に沿って切断され
る。よって、基材 21 を切断しないようにしてシリコンウェハ 11 及びダイボンド樹脂層 23 をブレードにより切断
する場合に比べ、はるかに効率良くシリコンウェハ 11 及びダイボンド樹脂層 23 を切断することが可能になる。

WO 2004/051721 A1

明細書

半導体基板の切断方法

技術分野

【0001】 本発明は、半導体デバイスの製造工程等において半導体基板を切断するために使用される半導体基板の切断方法に関する。

背景技術

【0002】 従来におけるこの種の技術として、特開2002-158276号公報や特開2000-104040号公報には次のような技術が記載されている。まず、半導体ウェハの裏面にダイボンド樹脂層を介して粘着シートを貼り付け、この粘着シート上に半導体ウェハを保持させた状態でブレードにより半導体ウェハを切断して半導体チップを得る。そして、粘着シート上の半導体チップをピックアップする際に、ダイボンド樹脂を個々の半導体チップと共に粘着シートから剥離させる。これにより、半導体チップの裏面に接着剤を塗布するなどの工程を省略して、半導体チップをリードフレーム上に接着することが可能になる。

【0003】 しかしながら、上述したような技術においては、粘着シート上に保持された半導体ウェハをブレードによって切断する際に、粘着シートは切断しないようにする一方で、半導体ウェハと粘着シートとの間に存在するダイボンド樹脂層は確実に切断する必要がある。そのため、このような場合のブレードによる半導体ウェハの切断は、特に慎重を期すべきものとなる。

発明の開示

【0004】 そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、半導体基板をダイボンド樹脂層と共に効率良く切断することのできる半導体基板の切断方法を提供することを目的とする。

【0005】 上記目的を達成するために、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に多光子吸

収による改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、シートを拡張させることにより切断予定部に沿って半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

- 5 **【0006】** この半導体基板の切断方法においては、半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射し、半導体基板の内部に多光子吸収という現象を発生させて改質領域を形成するため、この改質領域でもって、半導体基板を切断すべき所望の切断予定ラインに沿うよう半導体基板の内部に切断予定部を形成することができる。このように半導体基板の内部に切断予定部が形成されると、比較
- 10 的小さな力で切断予定部を起点として半導体基板の厚さ方向に割れが発生する。そのため、半導体基板に貼り付けられたシートを拡張させると、切断予定部に沿って半導体基板を精度良く切断することができる。このとき、切断された半導体基板の対向する切断面は、初めは密着した状態にあり、シートの拡張に伴って離間していくため、半導体基板とシートとの間に存在するダイボンド樹脂層も切断
- 15 予定部に沿って切断されることになる。したがって、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。しかも、切断された半導体基板の対向する切断面が初めは互いに密着しているがために、切断された個々の半導体基板と切断された個々のダイボンド
- 20 樹脂層とがほぼ同一の外形となり、各半導体基板の切断面からダイボンド樹脂がはみ出るようなことも防止される。

- 25 **【0007】** また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu\text{s}$ 以下の条件でレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域でもって切

断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、シートを拡張させることにより切断予定部に沿って半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

【0008】 この半導体基板の切断方法では、切断予定部を形成する工程において、半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu\text{s}$ 以下の条件でレーザー光を照射している。よって、半導体基板の内部は多光子吸収によって局所的に加熱される。この加熱により半導体基板の内部に熔融処理領域が形成される。この熔融処理領域は上述した改質領域の一例であるので、この半導体基板の切断方法によっても、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。

【0009】 また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、シートを拡張させることにより切断予定部に沿って半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。そして、この改質領域は、熔融処理した領域である場合もある。

【0010】 この半導体基板の切断方法によっても、上述した半導体基板の切断方法と同様の理由から、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。ただし、改質領域は、多光子吸収により形成される場合もあるし、他の原因により形成される場合もある。

【0011】 また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、シートが貼り付け

られた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、シートを拡張させることにより切断予定部に沿って半導体基板を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

5 【0012】 この半導体基板の切断方法によれば、シートを残して半導体基板をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板を切断予定部に沿って切断することが可能になる。

10 【0013】 なお、上述してきた本発明に係る半導体基板の切断方法において、切断予定部を形成する工程では、切断予定部を起点として、半導体基板のレーザ光入射側の表面に割れを到達させてもよいし、切断予定部を起点として、半導体基板のレーザ光入射側と反対側の裏面に割れを到達させてもよいし、或いは、切断予定部を起点として、半導体基板のレーザ光入射側の表面と、その反対側の裏面とに割れを到達させてもよい。

15 【0014】 また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、切断予定部に沿って半導体基板にストレスを生じさせることにより、切断予定部に沿って半導体基板を切断する工程と、半導体基板を切断する工程後、シートを拡張させることにより半導体基板の切断面に沿ってダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

20

25 【0015】 この半導体基板の切断方法においても、多光子吸収により形成された改質領域でもって、半導体基板を切断すべき所望の切断予定ラインに沿うよう半導体基板の内部に切断予定部を形成することができる。よって、切断予定部に沿って半導体基板にストレスを生じさせると、切断予定部に沿って半導体基板を精度良く切断することができる。そして、半導体基板に貼り付けられたシート

を拡張させると、切断された半導体基板の対向する切断面は、互いに密着した状態から、シートの拡張に伴って離間していくため、半導体基板とシートとの間に存在するダイボンド樹脂層は半導体基板の切断面に沿って切断されることになる。したがって、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。しかも、切断された半導体基板の対向する切断面が初めは互いに密着しているがために、切断された個々の半導体基板と切断された個々のダイボンド樹脂層とがほぼ同一の外形となり、各半導体基板の切断面からダイボンド樹脂がはみ出るようなことも防止される。

【0016】 また、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²) 以上で且つパルス幅が 1μ s 以下の条件でレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、切断予定部に沿って半導体基板にストレスを生じさせることにより、切断予定部に沿って半導体基板を切断する工程と、半導体基板を切断する工程後、シートを拡張させることにより半導体基板の切断面に沿ってダイボンド樹脂層を切断する工程とを備えたことを特徴とする。

【0017】 さらに、本発明に係る半導体基板の切断方法は、ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、切断予定部に沿って半導体基板にストレスを生じさせることにより、切断予定部に沿って半導体基板を切断する工程と、半導体基板を切断する工程後、シートを拡張させることにより半導体基板の切断面に沿ってダイボンド樹脂層を切断する工程

とを備えたことを特徴とする。そして、この改質領域は、熔融処理した領域である場合もある。

【0018】 これらの半導体基板の切断方法によっても、上述した半導体基板の切断方法と同様の理由から、シートを残して半導体基板及びダイボンド樹脂層をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定部に沿って切断することが可能になる。

【0019】 上記目的を達成するために、本発明に係る半導体基板の切断方法は、表面に機能素子が形成された半導体基板を切断予定ラインに沿って切断する半導体基板の切断方法であって、半導体基板の裏面をレーザ光入射面として半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することで改質領域を形成し、その改質領域によって、切断予定ラインに沿ってレーザ光入射面から所定距離内側に切断起点領域を形成する工程と、切断起点領域を形成した後に、半導体基板の裏面にダイボンド樹脂層を介在させて拡張可能な保持部材を取り付ける工程と、保持部材を取り付けた後に、保持部材を拡張させることで半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿って切断する工程とを備えることを特徴とする。

【0020】 この半導体基板の切断方法においては、表面に機能素子が形成された半導体基板を加工対象物とする。そして、そのような半導体基板の裏面をレーザ光入射面として半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することで、例えば多光子吸収或いはそれと同等の光吸収を生じさせ、切断予定ラインに沿って半導体基板の内部に改質領域による切断起点領域を形成する。このとき、半導体基板の裏面をレーザ光入射面とするのは、表面をレーザ光入射面とするより機能素子によりレーザ光の入射が妨げられるおそれがあるからである。このように半導体基板の内部に切断起点領域が形成されると、自然に或いは比較的小さな力を加えることで、切断起点領域を起点として割れを発生させ、その割れを半導体基板の表面と裏面とに到達させることができる。従って、切断起点領域を形

成した後に、半導体基板の裏面にダイボンド樹脂層を介在させて拡張可能な保持部材を取り付け、その保持部材を拡張させると、切断予定ラインに沿って切断された半導体基板の切断面が保持部材の拡張に伴って密着した状態から離れていくことになる。これにより、半導体基板と保持部材との間に存在するダイボンド樹脂層も切断予定ラインに沿って切断される。よって、ブレードで切断するような場合に比べて遥かに効率良く半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿って切断することができる。しかも、切断予定ラインに沿って切断された半導体基板の切断面が初めは互いに密着しているがために、切断された個々の半導体基板と切断された個々のダイボンド樹脂層とがほぼ同一の外形となり、各半導体基板の切断面からダイボンド樹脂がはみ出るようなことも防止される。

【0021】 ここで、機能素子とは、例えば、結晶成長により形成された半導体動作層、フォトダイオード等の受光素子、レーザダイオード等の発光素子、回路として形成された回路素子等を意味する。

【0022】 更に、切断起点領域を形成する前に、半導体基板が所定の厚さとなるように半導体基板の裏面を研磨する工程を備えることが好ましい。このように、半導体基板が所定の厚さとなるようにその裏面を予め研磨しておくことで、半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿ってより一層精度良く切断することが可能になる。なお、研磨とは、切削、研削、ケミカルエッチング等を含む意味である。

【0023】 また、改質領域は溶融処理領域を含む場合がある。加工対象物が半導体基板であると、レーザ光の照射によって溶融処理領域が形成される場合がある。この溶融処理領域は上述した改質領域の一例であるため、この場合にも、半導体基板を容易に切断することができ、半導体基板及びダイボンド樹脂層を切断予定ラインに沿って効率良く切断することが可能になる。

【0024】 また、上述してきた本発明に係る半導体基板の切断方法において、切断起点領域を形成する際には、切断起点領域を起点として半導体基板の表面

に割れを到達させてもよいし、切断起点領域を起点として半導体基板の裏面に割れを到達させてもよいし、切断起点領域を起点として半導体基板の表面と裏面とに割れを到達させてもよい。

図面の簡単な説明

- 5 【0025】 図1は、本実施形態に係るレーザ加工方法によるレーザ加工中の半導体基板の平面図である。
- 【0026】 図2は、図1に示す半導体基板のII-II線に沿った断面図である。
- 【0027】 図3は、本実施形態に係るレーザ加工方法によるレーザ加工後の半導体基板の平面図である。
- 10 【0028】 図4は、図3に示す半導体基板のIV-IV線に沿った断面図である。
- 【0029】 図5は、図3に示す半導体基板のV-V線に沿った断面図である。
- 15 【0030】 図6は、本実施形態に係るレーザ加工方法により切断された半導体基板の平面図である。
- 【0031】 図7は、本実施形態に係るレーザ加工方法により切断されたシリコンウェハの一部における断面の写真を表した図である。
- 【0032】 図8は、本実施形態に係るレーザ加工方法におけるレーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。
- 20 【0033】 図9は、本実施形態に係るレーザ加工装置の概略構成図である。
- 【0034】 図10は、本実施形態に係るレーザ加工装置による切断予定部の形成手順を説明するためのフローチャートである。
- 25 【0035】 図11A及び11Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法を説明するための模式図であり、図11Aはシリコンウェハに粘着シート

が貼り付けられた状態、図11Bはシリコンウェハの内部に溶融処理領域による切断予定部が形成された状態を示す図である。

【0036】 図12A及び12Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法を説明するための模式図であり、図12Aは粘着シートがエキスパンドされた状態、図12Bは粘着シートに紫外線が照射された状態である。

【0037】 図13A及び13Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法を説明するための模式図であり、図13Aは切断されたダイボン樹脂層と共に半導体チップがピックアップされた状態、図13Bは半導体チップがダイボン樹脂層を介してリードフレームに接合された状態である。

【0038】 図14A及び14Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法におけるシリコンウェハと切断予定部との関係を示す模式図であり、図14Aは切断予定部を起点とした割れが発生していない状態、図14Bは切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの表面と裏面とに到達している状態を示す図である。

【0039】 図15A及び15Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法におけるシリコンウェハと切断予定部との関係を示す模式図であり、図15Aは切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの表面に到達している状態、図15Bは切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの裏面に到達している状態を示す図である。

【0040】 図16A及び16Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の一実施例を説明するための模式図であり、図16Aは粘着シートのエキスパンド開始直後の状態、図16Bは、粘着シートのエキスパンド中の状態を示す図である。

【0041】 図17A及び17Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の一実施例を説明するための模式図であり、図17Aは粘着シートのエキスパンド終了後の状態、図17Bは半導体チップのピックアップ時の状態を示す図

である。

【0042】 図18は、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の他の実施例を説明するための模式図である。

5 【0043】 図19A及び19Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の更に他の実施例において切断予定部を起点とした割れが発生しない場合を説明するための図であり、図19Aは溶融処理領域による切断予定部が形成された後の状態、図19Bは粘着シートがエキスパンドされた状態を示す図である。

10 【0044】 図20A及び図20Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の更に他の実施例において切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの表面と裏面とに到達する場合を説明するための図であり、図20Aは溶融処理領域による切断予定部が形成された後の状態、図20Bは粘着シートがエキスパンドされた状態を示す図である。

15 【0045】 図21A及び21Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の更に他の実施例において切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの表面に到達する場合を説明するための図であり、図21Aは溶融処理領域による切断予定部が形成された後の状態、図21Bは粘着シートがエキスパンドされた状態を示す図である。

20 【0046】 図22A及び22Bは、本実施形態に係るシリコンウェハの切断方法の更に他の実施例において切断予定部を起点とした割れがシリコンウェハの裏面に到達する場合を説明するための図であり、図22Aは溶融処理領域による切断予定部が形成された後の状態、図22Bは粘着シートがエキスパンドされた状態を示す。

【0047】 図23は、本実施形態の半導体基板の切断方法において加工対象物となるシリコンウェハの平面図である。

25 【0048】 図24A-24Cは、本実施形態の半導体基板の切断方法を説明するための模式図であり、図24Aはシリコンウェハに保護フィルムが貼り付けら

れた状態、図24Bはシリコンウェハが薄型化された状態、図24Cは保護フィルムに紫外線が照射されている状態を示す図である。

【0049】 図25A-25Cは、本実施形態の半導体基板の切断方法を説明するための模式図であり、図25Aはシリコンウェハ及び保護フィルムが載置台上に固定された状態、図25Bはシリコンウェハにレーザ光が照射されている状態、図25Cはシリコンウェハの内部に切断起点領域が形成された状態を示す図である。

【0050】 図26A-26Cは、本実施形態の半導体基板の切断方法を説明するための模式図であり、図26Aはシリコンウェハにダイボンド樹脂付フィルムが貼り付けられた状態、図26Bはシリコンウェハから保護フィルムが剥がされた状態、図26Cは拡張フィルムに紫外線が照射されている状態を示す図である。

【0051】 図27A-27Cは、本実施形態の半導体基板の切断方法を説明するための模式図であり、図27Aは拡張フィルムがエキスパンドされた状態、図27Bは切断されたダイボンド樹脂層と共に半導体チップがピックアップされている状態、図27Cは半導体チップがダイボンド樹脂層を介してリードフレームに接合された状態である。

発明を実施するための最良の形態

【0052】 以下、本発明に係る半導体基板の切断方法の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0053】 本実施形態に係る半導体基板の切断方法では、半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、この改質領域でもって切断予定部を形成する。そこで、本実施形態に係る半導体基板の切断方法の説明に先立って、切断予定部を形成するために実施されるレーザ加工方法について多光子吸収を中心に説明する。

【0054】 材料の吸収のバンドギャップ E_g よりも光子のエネルギー $h\nu$ が小さいと光学的に透明となる。よって、材料に吸収が生じる条件は $h\nu > E_g$ である。しかし、光学的に透明でも、レーザ光の強度を非常に大きくすると $n h\nu > E_g$ の条件 ($n = 2, 3, 4, \dots$) で材料に吸収が生じる。この現象を多光子吸収という。パルス波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点のピークパワー密度 (W/cm^2) で決まり、例えばピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上の条件で多光子吸収が生じる。ピークパワー密度は、(集光点におけるレーザ光の1パルス当たりのエネルギー) \div (レーザ光のビームスポット断面積 \times パルス幅) により求められる。また、連続波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点の電界強度 (W/cm^2) で決まる。

【0055】 このような多光子吸収を利用する本実施形態に係るレーザ加工の原理について、図1～図6を参照して説明する。図1はレーザ加工中の半導体基板1の平面図であり、図2は図1に示す半導体基板1のII-II線に沿った断面図であり、図3はレーザ加工後の半導体基板1の平面図であり、図4は図3に示す半導体基板1のIV-IV線に沿った断面図であり、図5は図3に示す半導体基板1のV-V線に沿った断面図であり、図6は切断された半導体基板1の平面図である。

【0056】 図1及び図2に示すように、半導体基板1の表面3には、半導体基板1を切断すべき所望の切断予定ライン5がある。切断予定ライン5は直線状に延びた仮想線である (半導体基板1に実際に線を引いて切断予定ライン5としてもよい)。本実施形態に係るレーザ加工は、多光子吸収が生じる条件で半導体基板1の内部に集光点Pを合わせてレーザ光Lを半導体基板1に照射して改質領域7を形成する。なお、集光点とはレーザ光Lが集光した箇所のことである。

【0057】 レーザ光Lを切断予定ライン5に沿って (すなわち矢印A方向に沿って) 相対的に移動させることにより、集光点Pを切断予定ライン5に沿って移動させる。これにより、図3～図5に示すように改質領域7が切断予定ライン

5 に沿って半導体基板 1 の内部にのみ形成され、この改質領域 7 でもって切断予定部 9 が形成される。本実施形態に係るレーザ加工方法は、半導体基板 1 がレーザ光 L を吸収することにより半導体基板 1 を発熱させて改質領域 7 を形成するのではない。半導体基板 1 にレーザ光 L を透過させ半導体基板 1 の内部に多光子吸収を発生させて改質領域 7 を形成している。よって、半導体基板 1 の表面 3 ではレーザ光 L がほとんど吸収されないので、半導体基板 1 の表面 3 が熔融することはない。

【0058】 半導体基板 1 の切断において、切断する箇所に起点があると半導体基板 1 はその起点から割れるので、図 6 に示すように比較的小さな力で半導体基板 1 を切断することができる。よって、半導体基板 1 の表面 3 に不必要な割れを発生させることなく半導体基板 1 の切断が可能となる。

【0059】 なお、切断予定部を起点とした半導体基板の切断には、次の 2 通りが考えられる。1 つは、切断予定部形成後、半導体基板に人為的な力が印加されることにより、切断予定部を起点として半導体基板が割れ、半導体基板が切断される場合である。これは、例えば半導体基板の厚さが大きい場合の切断である。人為的な力が印加されるとは、例えば、半導体基板の切断予定部に沿って半導体基板に曲げ応力やせん断応力を加えたり、半導体基板に温度差を与えることにより熱応力を発生させたりすることである。他の 1 つは、切断予定部を形成することにより、切断予定部を起点として半導体基板の断面方向（厚さ方向）に向かって自然に割れ、結果的に半導体基板が切断される場合である。これは、例えば半導体基板の厚さが小さい場合には、1 列の改質領域により切断予定部が形成されることで可能となり、半導体基板の厚さが大きい場合には、厚さ方向に複数列形成された改質領域により切断予定部が形成されることで可能となる。なお、この自然に割れる場合も、切断する箇所において、切断予定部が形成されていない部位に対応する部分の表面上にまで割れが先走ることがなく、切断予定部を形成した部位に対応する部分のみを割断することができるので、割断を制御よくする

ことができる。近年、シリコンウェハ等の半導体基板の厚さは薄くなる傾向にあるので、このような制御性のよい切断方法は大変有効である。

【0060】 さて、本実施形態において多光子吸収により形成される改質領域としては、次に説明する熔融処理領域がある。

5 【0061】 半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu\text{s}$ 以下の条件でレーザー光を照射する。これにより半導体基板の内部は多光子吸収によって局所的に加熱される。この加熱により半導体基板の内部に熔融処理領域が形成される。熔融処理領域とは一旦熔融後再固化した領域や、まさに熔融状態の領域や、熔融状態から再固化する状態の領域であり、相変化した領域や結晶構造が変化した領域ということもできる。また、熔融処理領域とは単結晶構造、非晶質構造、多結晶構造において、ある構造が別の構造に変化した領域ということもできる。つまり、例えば、単結晶構造から非晶質構造に変化した領域、単結晶構造から多結晶構造に変化した領域、単結晶構造から非晶質構造及び多結晶構造を含む構造に変化した領域を意味する。半導体基板がシリコン単結晶構造の場合、熔融処理領域は例えば非晶質シリコン構造である。電界強度の上限値としては、例えば 1×10^{12} (W/cm^2) である。パルス幅は例えば $1\text{ns} \sim 200\text{ns}$ が好ましい。

10

15

【0062】 本発明者は、シリコンウェハの内部で熔融処理領域が形成されることを実験により確認した。実験条件は次の通りである。

20 【0063】 (A) 半導体基板：シリコンウェハ（厚さ $350 \mu\text{m}$ 、外径4インチ）

 【0064】 (B) レーザ

 【0065】 光源：半導体レーザー励起Nd：YAGレーザー

 【0066】 波長： 1064nm

25 【0067】 レーザ光スポット断面積： $3.14 \times 10^{-8} \text{cm}^2$

 【0068】 発振形態：Qスイッチパルス

【0069】 繰り返し周波数：100 kHz

【0070】 パルス幅：30 ns

【0071】 出力：20 μ J / パルス

【0072】 レーザ光品質：TEM₀₀

5 【0073】 偏光特性：直線偏光

【0074】 (C) 集光用レンズ

【0075】 倍率：50倍

【0076】 N. A. : 0.55

【0077】 レーザ光波長に対する透過率：60パーセント

10 【0078】 (D) 半導体基板が載置される載置台の移動速度：100 mm / 秒

【0079】 図7は、上記条件でのレーザ加工により切断されたシリコンウェハの一部における断面の写真を表した図である。シリコンウェハ11の内部に熔融処理領域13が形成されている。なお、上記条件により形成された熔融処理領域13の厚さ方向の大きさは100 μ m程度である。

15 熔融処理領域13が多光子吸収により形成されたことを説明する。図8は、レーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。ただし、シリコン基板の表面側と裏面側それぞれの反射成分を除去し、内部のみの透過率を示している。シリコン基板の厚さtが50 μ m、100 μ m、200 μ m、500 μ m、1000 μ mの各々について上記関係を示した。

20 【0080】 例えば、Nd : YAGレーザの波長である1064 nmにおいて、シリコン基板の厚さが500 μ m以下の場合、シリコン基板の内部ではレーザ光が80%以上透過することが分かる。図7に示すシリコンウェハ11の厚さは350 μ mであるので、多光子吸収による熔融処理領域13はシリコンウェハの中心付近、つまり表面から175 μ mの部分に形成される。この場合の透過率は、厚さ200 μ mのシリコンウェハを参考にすると、90%以上なので、レーザ

光がシリコンウェハ 1 1 の内部で吸収されるのは僅かであり、ほとんどが透過する。このことは、シリコンウェハ 1 1 の内部でレーザ光が吸収されて、熔融処理領域 1 3 がシリコンウェハ 1 1 の内部に形成（つまりレーザ光による通常の加熱で熔融処理領域が形成）されたものではなく、熔融処理領域 1 3 が多光子吸収により形成されたことを意味する。多光子吸収による熔融処理領域の形成は、例えば、溶接学会全国大会講演概要第 6 6 集（2 0 0 0 年 4 月）の第 7 2 頁～第 7 3 頁の「ピコ秒パルスレーザによるシリコンの加工特性評価」に記載されている。

【0 0 8 1】 なお、シリコンウェハは、熔融処理領域でもって形成される切断予定部を起点として断面方向に向かって割れを発生させ、その割れがシリコンウェハの表面と裏面とに到達することにより、結果的に切断される。シリコンウェハの表面と裏面に到達するこの割れは自然に成長する場合もあるし、シリコンウェハに力が印加されることにより成長する場合もある。なお、切断予定部からシリコンウェハの表面と裏面とに割れが自然に成長する場合には、切断予定部を形成する熔融処理領域が熔融している状態から割れが成長する場合と、切断予定部を形成する熔融処理領域が熔融している状態から再固化する際に割れが成長する場合とのいずれもある。ただし、どちらの場合も熔融処理領域はシリコンウェハの内部のみに形成され、切断後の切断面には、図 7 のように内部にのみ熔融処理領域が形成されている。半導体基板の内部に熔融処理領域でもって切断予定部を形成すると、割断時、切断予定部ラインから外れた不必要な割れが生じにくいので、割断制御が容易となる。

なお、半導体基板の結晶構造やその劈開性などを考慮して切断起点領域を次のように形成すれば、その切断起点領域を起点として、より一層小さな力で、しかも精度良く半導体基板を切断することが可能になる。

【0 0 8 2】 すなわち、シリコンなどのダイヤモンド構造の単結晶半導体からなる基板の場合は、（1 1 1）面（第 1 劈開面）や（1 1 0）面（第 2 劈開面）に沿った方向に切断起点領域を形成するのが好ましい。また、GaAs などの閃

亜鉛鉱型構造のIII-V族化合物半導体からなる基板の場合は、(110)面に沿った方向に切断起点領域を形成するのが好ましい。

【0083】 なお、上述した切断起点領域を形成すべき方向（例えば、単結晶シリコン基板における(111)面に沿った方向）、或いは切断起点領域を形成すべき方向と直交する方向に沿って基板にオリエンテーションフラットを形成すれば、そのオリエンテーションフラットを基準とすることで、切断起点領域を形成すべき方向に沿った切断起点領域を容易且つ正確に基板に形成することが可能になる。

【0084】 次に、上述したレーザ加工方法に使用されるレーザ加工装置について、図9を参照して説明する。図9はレーザ加工装置100の概略構成図である。

【0085】 レーザ加工装置100は、レーザ光Lを発生するレーザ光源101と、レーザ光Lの出力やパルス幅等を調節するためにレーザ光源101を制御するレーザ光源制御部102と、レーザ光Lの反射機能を有しかつレーザ光Lの光軸の向きを90° 変えるように配置されたダイクロイックミラー103と、ダイクロイックミラー103で反射されたレーザ光Lを集光する集光用レンズ105と、集光用レンズ105で集光されたレーザ光Lが照射される半導体基板1が載置される載置台107と、載置台107をX軸方向に移動させるためのX軸ステージ109と、載置台107をX軸方向に直交するY軸方向に移動させるためのY軸ステージ111と、載置台107をX軸及びY軸方向に直交するZ軸方向に移動させるためのZ軸ステージ113と、これら3つのステージ109, 111, 113の移動を制御するステージ制御部115とを備える。

【0086】 Z軸方向は半導体基板1の表面3と直交する方向なので、半導体基板1に入射するレーザ光Lの焦点深度の方向となる。よって、Z軸ステージ113をZ軸方向に移動させることにより、半導体基板1の内部にレーザ光Lの集光点Pを合わせることができる。また、この集光点PのX（Y）軸方向の移動は

、半導体基板1をX(Y)軸ステージ109(111)によりX(Y)軸方向に移動させることにより行う。

【0087】 レーザ光源101はパルスレーザ光を発生するNd:YAGレーザである。レーザ光源101に用いることができるレーザとして、この他、Nd:YVO₄レーザ、Nd:YLFレーザやチタンサファイアレーザがある。溶融処理領域を形成する場合には、Nd:YAGレーザ、Nd:YVO₄レーザ、Nd:YLFレーザを用いるのが好適である。本実施形態では、半導体基板1の加工にパルスレーザ光を用いているが、多光子吸収を起こさせることができるなら連続波レーザ光でもよい。

【0088】 レーザ加工装置100はさらに、載置台107に載置された半導体基板1を可視光線により照明するために可視光線を発生する観察用光源117と、ダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105と同じ光軸上に配置された可視光用のビームスプリッタ119とを備える。ビームスプリッタ119と集光用レンズ105との間にダイクロイックミラー103が配置されている。ビームスプリッタ119は、可視光線の約半分を反射し残りの半分を透過する機能を有しかつ可視光線の光軸の向きを90°変えるように配置されている。観察用光源117から発生した可視光線はビームスプリッタ119で約半分が反射され、この反射された可視光線がダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105を透過し、半導体基板1の切断予定ライン5等を含む表面3を照明する。

【0089】 レーザ加工装置100はさらに、ビームスプリッタ119、ダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105と同じ光軸上に配置された撮像素子121及び結像レンズ123を備える。撮像素子121としては例えばCCDカメラがある。切断予定ライン5等を含む表面3を照明した可視光線の反射光は、集光用レンズ105、ダイクロイックミラー103、ビームスプリッタ119を透過し、結像レンズ123で結像されて撮像素子121で撮像され、撮像データとなる。

【0090】 レーザ加工装置100はさらに、撮像素子121から出力された撮像データが入力される撮像データ処理部125と、レーザ加工装置100全体を制御する全体制御部127と、モニタ129とを備える。撮像データ処理部125は、撮像データを基にして観察用光源117で発生した可視光の焦点を表面3上に合わせるための焦点データを演算する。この焦点データを基にしてステージ制御部115がZ軸ステージ113を移動制御することにより、可視光の焦点が表面3に合うようにする。よって、撮像データ処理部125はオートフォーカスユニットとして機能する。また、撮像データ処理部125は、撮像データを基にして表面3の拡大画像等の画像データを演算する。この画像データは全体制御部127に送られ、全体制御部で各種処理がなされ、モニタ129に送られる。これにより、モニタ129に拡大画像等が表示される。

【0091】 全体制御部127には、ステージ制御部115からのデータ、撮像データ処理部125からの画像データ等が入力し、これらのデータも基にしてレーザ光源制御部102、観察用光源117及びステージ制御部115を制御することにより、レーザ加工装置100全体を制御する。よって、全体制御部127はコンピュータユニットとして機能する。

【0092】 以上のように構成されたレーザ加工装置100による切断予定部の形成手順について、図9及び図10を参照して説明する。図10は、レーザ加工装置100による切断予定部の形成手順を説明するためのフローチャートである。

【0093】 半導体基板1の光吸収特性を図示しない分光光度計等により測定する。この測定結果に基づいて、半導体基板1に対して透明な波長又は吸収の少ない波長のレーザ光Lを発生するレーザ光源101を選定する(S101)。続いて、半導体基板1の厚さを測定する。厚さの測定結果及び半導体基板1の屈折率を基にして、半導体基板1のZ軸方向の移動量を決定する(S103)。これは、レーザ光Lの集光点Pを半導体基板1の内部に位置させるために、半導体基

板 1 の表面 3 に位置するレーザ光 L の集光点 P を基準とした半導体基板 1 の Z 軸方向の移動量である。この移動量は全体制御部 1 2 7 に入力される。

【0094】 半導体基板 1 をレーザ加工装置 1 0 0 の載置台 1 0 7 に載置する。そして、観察用光源 1 1 7 から可視光を発生させて半導体基板 1 を照明する (S 1 0 5)。照明された切断予定ライン 5 を含む半導体基板 1 の表面 3 を撮像素子 1 2 1 により撮像する。切断予定ライン 5 は、半導体基板 1 を切断すべき所望の仮想線である。撮像素子 1 2 1 により撮像された撮像データは撮像データ処理部 1 2 5 に送られる。この撮像データに基づいて撮像データ処理部 1 2 5 は観察用光源 1 1 7 の可視光の焦点が表面 3 に位置するような焦点データを演算する (S 1 0 7)。

【0095】 この焦点データはステージ制御部 1 1 5 に送られる。ステージ制御部 1 1 5 は、この焦点データを基にして Z 軸ステージ 1 1 3 を Z 軸方向の移動させる (S 1 0 9)。これにより、観察用光源 1 1 7 の可視光の焦点が半導体基板 1 の表面 3 に位置する。なお、撮像データ処理部 1 2 5 は撮像データに基づいて、切断予定ライン 5 を含む半導体基板 1 の表面 3 の拡大画像データを演算する。この拡大画像データは全体制御部 1 2 7 を介してモニタ 1 2 9 に送られ、これによりモニタ 1 2 9 に切断予定ライン 5 付近の拡大画像が表示される。

【0096】 全体制御部 1 2 7 には予めステップ S 1 0 3 で決定された移動量データが入力されており、この移動量データがステージ制御部 1 1 5 に送られる。ステージ制御部 1 1 5 はこの移動量データに基づいて、レーザ光 L の集光点 P が半導体基板 1 の内部となる位置に、Z 軸ステージ 1 1 3 により半導体基板 1 を Z 軸方向に移動させる (S 1 1 1)。

【0097】 続いて、レーザ光源 1 0 1 からレーザ光 L を発生させて、レーザ光 L を半導体基板 1 の表面 3 の切断予定ライン 5 に照射する。レーザ光 L の集光点 P は半導体基板 1 の内部に位置しているので、熔融処理領域は半導体基板 1 の内部にのみ形成される。そして、切断予定ライン 5 に沿うように X 軸ステージ 1

09やY軸ステージ111を移動させて、切断予定ライン5に沿うよう形成された熔融処理領域でもって切断予定ライン5に沿う切断予定部を半導体基板1の内部に形成する(S113)。

【0098】 以上により、レーザ加工装置100による切断予定部の形成が終了し、半導体基板1の内部に切断予定部が形成される。半導体基板1の内部に切断予定部が形成されると、比較的小さな力で切断予定部を起点として半導体基板1の厚さ方向に割れを発生させることができる。

【0099】 次に、本実施形態に係る半導体基板の切断方法について説明する。なお、ここでは、半導体基板として半導体ウェハであるシリコンウェハ11を用いた。

【0100】 まず、図11Aに示すように、シリコンウェハ11の裏面17を覆うよう、この裏面17に粘着シート20を貼り付ける。この粘着シート20は、厚さ100 μ m程度の基材21を有し、この基材21上には、層厚数 μ m程度のUV硬化樹脂層22が設けられている。さらに、このUV硬化樹脂層22上には、ダイボンディング用接着剤として機能するダイボンド樹脂層23が設けられている。なお、シリコンウェハ11の表面3には、複数の機能素子がマトリックス状に形成されている。ここで、機能素子とは、フォトダイオード等の受光素子やレーザダイオード等の発光素子、或いは回路として形成された回路素子等を意味する。

【0101】 続いて、図11Bに示すように、例えば上述のレーザ加工装置100を用いてシリコンウェハ11の内部に集光点を合わせて表面3側からレーザ光を照射することにより、シリコンウェハ11の内部に改質領域である熔融処理領域13を形成し、この熔融処理領域13でもって切断予定部9を形成する。この切断予定部9の形成において、レーザ光はシリコンウェハ11の表面3にマトリックス状に配置された複数の機能素子の間を走るように照射され、これにより、切断予定部9は隣り合う機能素子間の真下を走るよう格子状に形成される。

【0102】 切断予定部9の形成後、図12Aに示すように、シート拡張手段30によって、粘着シート20の周囲を外側に向かって引っ張るようにして粘着シート20を拡張させる。この粘着シート20のエキスパンドによって、切断予定部9を起点として厚さ方向に割れが発生し、この割れがシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達することになる。これにより、シリコンウェハ11が機能素子毎に精度良く切断され、機能素子を1つ有した半導体チップ25が得られる。

【0103】 また、このとき、隣り合う半導体チップ25、25の対向する切断面25a、25aは、初めは密着した状態にあり、粘着シート20の拡張に伴って離間していくことになるため、シリコンウェハ11の切断と同時に、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層23も切断予定部9に沿って切断される。

【0104】 なお、シート拡張手段30は、切断予定部9の形成時にシリコンウェハ11が載置されるステージに設けられている場合と、そのステージに設けられていない場合とがある。そのステージに設けられていない場合、そのステージ上に載置されたシリコンウェハ11は、切断予定部9の形成後、シート拡張手段30が設けられた他のステージ上に搬送手段によって搬送される。

【0105】 粘着シート20のエキスパンド終了後、図12Bに示すように、粘着シート20に裏面側から紫外線を照射し、UV硬化樹脂層22を硬化させる。これにより、UV硬化樹脂層22とダイボンド樹脂層23との密着力が低下することになる。なお、この紫外線の照射は、粘着シート20のエキスパンド開始前に行ってもよい。

【0106】 続いて、図13Aに示すように、ピックアップ手段である吸着コレット等を用いて半導体チップ25を順次ピックアップしていく。このとき、ダイボンド樹脂層23は半導体チップ25と同等の外形に切断されており、また、ダイボンド樹脂層23とUV硬化樹脂層22との密着力が低下しているため、半

導体チップ25は、その裏面に切断されたダイボンド樹脂層23が密着した状態でピックアップされることになる。そして、図13Bに示すように、半導体チップ25を、その裏面に密着したダイボンド樹脂層23を介してリードフレーム27のダイパッド上に載置し、加熱によりフィラー接合する。

5 【0107】 以上のように、シリコンウェハ11の切断方法においては、多光子吸収により形成された熔融処理領域13でもって、シリコンウェハ11を切断すべき所望の切断予定ラインに沿うようシリコンウェハ11の内部に切断予定部9を形成している。そのため、シリコンウェハ11に貼り付けられた粘着シート20をエキスパンドすると、切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11が精度良
10 く切断され、半導体チップ25が得られる。このとき、隣り合う半導体チップ25、25の対向する切断面25a、25aは、初めは密着した状態にあり、粘着シート20の拡張に伴って離間していくため、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層23も切断予定部9に沿って切断されることになる。したがって、基材21を切断しないようにしてシリコンウェハ11及びダイ
15 ボンド樹脂層23をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良くシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23を切断予定部9に沿って切断することが可能になる。

20 【0108】 しかも、隣り合う半導体チップ25、25の対向する切断面25a、25aが初めは互いに密着しているがために、切断された個々の半導体チップ25と切断された個々のダイボンド樹脂層23とがほぼ同一の外形となり、各半導体チップ25の切断面25aからダイボンド樹脂がはみ出るようなことも防止される。

25 【0109】 以上のシリコンウェハ11の切断方法は、図14Aに示すように、粘着シート20をエキスパンドする前までは、切断予定部9を起点とした割れがシリコンウェハ11に発生しない場合であったが、図14Bに示すように、粘着シート20をエキスパンドする前に、切断予定部9を起点とした割れ15を発

生させ、この割れ15をシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達させてもよい。この割れ15を発生させる方法としては、例えばナイフエッジ等の応力印加手段を切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11の裏面17に押し当てることで、切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11に曲げ応力やせん断応力を生じさせる方法や、シリコンウェハ11に温度差を与えることで切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11に熱応力を生じさせる方法などがある。

【0110】 このように、切断予定部9の形成後、切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11にストレスを生じさせ、切断予定部9に沿ってシリコンウェハ11を切断しておくこと、極めて精度良く切断された半導体チップ25を得ることができる。そして、この場合においても、シリコンウェハ11に貼り付けられた粘着シート20を拡張させると、隣り合う半導体チップ25、25の対向する切断面25a、25aが、互いに密着した状態から、粘着シート20の拡張に伴って離間していくため、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層23は切断面25aに沿って切断されることになる。したがって、この切断方法によっても、基材21を切断しないようにしてシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23をブレードにより切断するような場合に比べれば、はるかに効率良くシリコンウェハ11及びダイボンド樹脂層23を切断予定部9に沿って切断することが可能になる。

【0111】 なお、シリコンウェハ11の厚さが薄くなると、切断予定部9に沿ってストレスを生じさせなくても、図14Bに示すように、切断予定部9を起点とした割れ15がシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達する場合がある。

【0112】 また、図15Aに示すように、シリコンウェハ11の内部における表面3近傍に熔融処理領域13による切断予定部9を形成し、表面3に割れ15を到達させておけば、切断して得られる半導体チップ25の表面（すなわち、機能素子形成面）の切断精度を極めて高くすることができる。一方、図15Bに

示すように、シリコンウェハ 11 の内部における裏面 17 近傍に熔融処理領域 13 による切断予定部 9 を形成し、裏面 17 に割れ 15 を到達させておけば、粘着シート 20 のエキスパンドによってダイボンド樹脂層 23 を精度良く切断することができる。

5 【0113】 次に、粘着シート 20 として、リンテック株式会社の「LE-5000（商品名）」を用いた場合の実験結果について説明する。図 16 及び図 17 は、シリコンウェハ 11 の内部に熔融処理領域 13 による切断予定部 9 を形成した後、粘着シート 20 をエキスパンドした際の一連の状態を示す模式図であり、図 16A は粘着シート 20 のエキスパンド開始直後の状態、図 16B は粘着シート 20 のエキスパンド中の状態、図 17A は粘着シート 20 のエキスパンド終了後の状態、図 17B は半導体チップ 25 のピックアップ時の状態である。

10 【0114】 図 16A に示すように、粘着シート 20 のエキスパンド開始直後においては、シリコンウェハ 11 は切断予定部 9 に沿って切断され、隣り合う半導体チップ 25 の対向する切断面 25a、25a は密着した状態にある。このとき、ダイボンド樹脂層 23 はまだ切断されていない。そして、図 16B に示すように、粘着シート 20 の拡張に伴って、ダイボンド樹脂層 23 は引き千切られるようにして切断予定部 9 に沿って切断されていく。

15 【0115】 このようにして粘着シート 20 のエキスパンドが終了すると、図 17A に示すように、ダイボンド樹脂層 23 も個々の半導体チップ 25 毎に切断される。このとき、互いに離間した半導体チップ 25、25 間の粘着シート 20 の基材 21 上には、ダイボンド樹脂層 23 の一部 23b が薄く残っていた。また、半導体チップ 25 と共に切断されたダイボンド樹脂層 23 の切断面 23a は、半導体チップ 25 の切断面 25a を基準として若干凹状となっていた。これにより、各半導体チップ 25 の切断面 25a からのダイボンド樹脂のはみ出しが確実に防止される。そして、図 17B に示すように、吸着コレット等を用いて半導体チップ 25 を切断されたダイボンド樹脂層 23 と共にピックアップすることがで

きた。

【0116】 なお、ダイボンド樹脂層23が非伸縮性の材料からなるような場合などには、図18に示すように、互いに離間した半導体チップ25、25間の粘着シート20の基材21上にはダイボンド樹脂層23が残らない。これにより、半導体チップ25の切断面25aと、その裏面に密着したダイボンド樹脂層23の切断面23aとをほぼ一致させることができる。

【0117】 また、図19Aに示すように、基材21及びUV硬化樹脂層22を有してなる粘着シート20を、そのUV硬化樹脂層22を介してシリコンウェハ11の裏面17に貼り付け、溶融処理領域13による切断予定部9を形成した後、図19Bに示すように、粘着シート20の周囲を外側に向かって拡張させることで、シリコンウェハ11を半導体チップ25に切断してもよい。この場合にも、粘着シート20を残してシリコンウェハ11をブレードにより切断するような場合に比べ、はるかに効率良くシリコンウェハ11を切断予定部9に沿って精度良く切断することが可能になる。

【0118】 そして、基材21及びUV硬化樹脂層22を有してなる粘着シート20を用いたシリコンウェハ11の切断方法においても、図19を参照して説明したように、粘着シート20をエキスパンドする前までは、切断予定部9を起点とした割れがシリコンウェハ11に発生しない場合だけでなく、図20A及び20Bに示すように、粘着シート20をエキスパンドする（図20B）前に、切断予定部9を起点とした割れ15をシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達させてもよい（図20A）。また、図21に示すように、粘着シート20をエキスパンドする（図21B）前に、切断予定部9を起点とした割れ15をシリコンウェハ11の表面3に到達させてもよい（図21A）、或いは図22A及び22Bに示すように、粘着シート20をエキスパンドする（図22B）前に、切断予定部9を起点とした割れ15をシリコンウェハ11の裏面17に到達させてもよい（図22A）。

以下、本発明に係る半導体基板の切断方法の好適な第2の実施形態について、より具体的に説明する。なお、図23～図27は、図12のシリコンウェハのXIII-XIII線に沿っての部分断面図である。

【0119】 図12に示すように、加工対象物となるシリコンウェハ（半導体
5 基板）11の表面3には、複数の機能素子215がオリエンテーションフラット16に平行な方向と垂直な方向とにマトリックス状にパターン形成されている。このようなシリコンウェハ11を次のようにして機能素子215毎に切断する。

【0120】 まず、図24Aに示すように、シリコンウェハ11の表面3側に
10 保護フィルム18を貼り付けて機能素子215を覆う。この保護フィルム18は、機能素子215を保護すると共にシリコンウェハ11を保持するものである。保護フィルム18を貼り付けた後、図24Bに示すように、シリコンウェハ11が所定の厚さとなるようにシリコンウェハ11の裏面17を平面研削し、更に、裏面17にケミカルエッチングを施して裏面17を平滑化する。このようにして、例えば、厚さ350 μ mのシリコンウェハ11を厚さ100 μ mに薄型化する。
15 。シリコンウェハ11を薄型化した後、保護フィルム18に紫外線を照射する。これにより、保護フィルム18の粘着層であるUV硬化樹脂層が硬化し、保護フィルム18がシリコンウェハ11から剥がれ易くなる。

【0121】 続いて、レーザ加工装置を用いてシリコンウェハ11の内部に切
20 断起点領域を形成する。すなわち、図25Aに示すように、レーザ加工装置の載置台19上に、シリコンウェハ11の裏面17を上方に向けて保護フィルム18を真空吸着により固定し、隣り合う機能素子215、215間を通るように切断予定ライン5を格子状に設定する（図12の二点鎖線参照）。そして、図25Bに示すように、裏面17をレーザ光入射面としてシリコンウェハ11の内部に集光点Pを合わせて、上述した多光子吸収が生じる条件でレーザ光Lを照射し、載置
25 台19の移動により切断予定ライン5に沿って集光点Pを相対移動させる。これにより、図25Cに示すように、シリコンウェハ11の内部には、切断予定ライ

ン5に沿って熔融処理領域13により切断起点領域8が形成される。

【0122】 続いて、保護フィルム18が貼り付けられたシリコンウェハ11を載置台19から取り外し、図26Aに示すように、シリコンウェハ11の裏面17に、ダイボンド樹脂付フィルム220（例えば、リンテック株式会社の「LE-5000（商品名）」）を貼り付ける。このダイボンド樹脂付フィルム220は、厚さ100 μ m程度の拡張可能な拡張フィルム（保持部材）221を有し、この拡張フィルム221上には、ダイボンディング用接着剤として機能するダイボンド樹脂層223が、層厚数 μ m程度のUV硬化樹脂層を介して設けられている。つまり、シリコンウェハ11の裏面17にダイボンド樹脂層223を介在させて拡張フィルム221を貼り付けることになる。なお、拡張フィルム221の周縁部分には、フィルム拡張手段30が取り付けられている。ダイボンド樹脂付フィルム220を貼り付けた後、図26Bに示すように、シリコンウェハ11の表面3側から保護フィルム18を剥がし、図26Cに示すように、拡張フィルム221に紫外線を照射する。これにより、拡張フィルム221の粘着層であるUV硬化樹脂層が硬化し、ダイボンド樹脂層223が拡張フィルム221から剥がれ易くなる。

【0123】 続いて、図27Aに示すように、フィルム拡張手段30によって、拡張フィルム221の周縁部分を外側に向かって引っ張るようにして拡張フィルム221を拡張させる。この拡張フィルム221のエキスパンドによって、切断起点領域8を起点として厚さ方向に割れが発生し、この割れがシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達することになる。これにより、シリコンウェハ11が切断予定ライン5に沿って精度良く切断され、機能素子215を1つ有した半導体チップ25が複数得られる。また、このとき、隣り合う半導体チップ25、25の対面する切断面25a、25aは、拡張フィルム221の拡張に伴って密着した状態から離れていくことになるため、シリコンウェハ11の切断と同時に、シリコンウェハ11の裏面17に密着していたダイボンド樹脂層223も

切断予定ライン5に沿って切断される。

【0124】 続いて、図27Bに示すように、吸着コレット等を用いて半導体チップ25を順次ピックアップしていく。このとき、ダイボンド樹脂層223は半導体チップ25と同等の外形に切断されており、また、ダイボンド樹脂層223と拡張フィルム221との密着力が低下しているため、半導体チップ25は、その裏面に切断されたダイボンド樹脂層223が密着した状態でピックアップされることになる。そして、図27Cに示すように、半導体チップ25を、その裏面に密着したダイボンド樹脂層223を介してリードフレーム27のダイパッド上に載置し、加熱によりフィラー接合する。

【0125】 以上のようなシリコンウェハ11の切断方法においては、表面3に機能素子215が形成されたシリコンウェハ11を加工対象物とし、その裏面17をレーザ光入射面としてシリコンウェハ11の内部に集光点Pを合わせてレーザ光Lを照射する。これにより、シリコンウェハ11の内部で多光子吸収を生じさせ、切断予定ライン5に沿ってシリコンウェハ11の内部に熔融処理領域13による切断起点領域8を形成する。このとき、半導体基板の裏面をレーザ光入射面とするのは、表面をレーザ光入射面とすると機能素子によりレーザ光の入射が妨げられるおそれがあるからである。このようにシリコンウェハ11の内部に切断起点領域8が形成されると、自然に或いは比較的小さな力を加えることで、切断起点領域8を起点として割れを発生させ、その割れをシリコンウェハ11の表面3と裏面17とに到達させることができる。従って、切断起点領域8を形成した後に、シリコンウェハ11の裏面17にダイボンド樹脂層223を介在させて拡張フィルム221を貼り付け、その拡張フィルム221を拡張させると、切断予定ライン5に沿って切断されたシリコンウェハ11の切断面25a、25aが拡張フィルム221の拡張に伴って密着した状態から離れていくことになる。これにより、シリコンウェハ11と拡張フィルム221との間に存在するダイボンド樹脂層223も切断予定ライン5に沿って切断される。よって、ブレードで

切断するような場合に比べて遥かに効率良くシリコンウェハ 1 1 及びダイボンド樹脂層 2 2 3 を切断予定ライン 5 に沿って切断することができる。

【0 1 2 6】 しかも、切断予定ライン 5 に沿って切断されたシリコンウェハ 1 1 の切断面 2 5 a , 2 5 a が初めは互いに密着しているがために、切断された個々のシリコンウェハ 1 1 と切断された個々のダイボンド樹脂層 2 2 3 とがほぼ同一の外形となり、各シリコンウェハ 1 1 の切断面 2 5 a からダイボンド樹脂がはみ出るようなことも防止される。

【0 1 2 7】 更に、シリコンウェハ 1 1 の内部に切断起点領域 8 を形成する前に、シリコンウェハ 1 1 が所定の厚さとなるようにシリコンウェハ 1 1 の裏面 1 7 を研磨する。このように、シリコンウェハ 1 1 を所定の厚さに薄型化しておくことで、シリコンウェハ 1 1 及びダイボンド樹脂層 2 2 3 を切断予定ライン 5 に沿ってより一層精度良く切断することが可能になる。

産業上の利用可能性

【0 1 2 8】 以上説明したように、本発明に係る半導体基板の切断方法によれば、半導体基板をダイボンド樹脂層と共に効率良く切断することが可能になる。

請求の範囲

1. ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、前記半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

前記切断予定部を形成する工程後、前記シートを拡張させることにより前記切断予定部に沿って前記半導体基板及び前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

2. ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²) 以上で且つパルス幅が 1μ s 以下の条件でレーザ光を照射することにより、前記半導体基板の内部に熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

前記切断予定部を形成する工程後、前記シートを拡張させることにより前記切断予定部に沿って前記半導体基板及び前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

3. ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、前記半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

前記切断予定部を形成する工程後、前記シートを拡張させることにより前記切断予定部に沿って前記半導体基板及び前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

4. シートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、前記半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

前記切断予定部を形成する工程後、前記シートを拡張させることにより前記切

断予定部に沿って前記半導体基板を切断する工程と、
を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

5. 前記改質領域は、熔融処理した領域であることを特徴とする請求項3又は4記載の半導体基板の切断方法。

5 6. 前記切断予定部を形成する工程では、前記切断予定部を起点として、前記半導体基板のレーザ光入射側の表面に割れを到達させることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。

7. 前記切断予定部を形成する工程では、前記切断予定部を起点として、前記半導体基板のレーザ光入射側と反対側の裏面に割れを到達させることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。

10 8. 前記切断予定部を形成する工程では、前記切断予定部を起点として、前記半導体基板のレーザ光入射側の表面と、その反対側の裏面とに割れを到達させることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。

15 9. ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、前記半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

20 前記切断予定部を形成する工程後、前記切断予定部に沿って前記半導体基板にストレスを生じさせることにより、前記切断予定部に沿って前記半導体基板を切断する工程と、

前記半導体基板を切断する工程後、前記シートを拡張させることにより前記半導体基板の切断面に沿って前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、
を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

25 10. ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²) 以上で且つパルス幅が 1μ s以下の条件でレーザ光を照射することにより

、前記半導体基板の内部に熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

前記切断予定部を形成する工程後、前記切断予定部に沿って前記半導体基板にストレスを生じさせることにより、前記切断予定部に沿って前記半導体基板を切断する工程と、

前記半導体基板を切断する工程後、前記シートを拡張させることにより前記半導体基板の切断面に沿って前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、
を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

1 1. ダイボンド樹脂層を介在させてシートが貼り付けられた半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、前記半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

前記切断予定部を形成する工程後、前記切断予定部に沿って前記半導体基板にストレスを生じさせることにより、前記切断予定部に沿って前記半導体基板を切断する工程と、

前記半導体基板を切断する工程後、前記シートを拡張させることにより前記半導体基板の切断面に沿って前記ダイボンド樹脂層を切断する工程と、
を備えたことを特徴とする半導体基板の切断方法。

1 2. 前記改質領域は、熔融処理した領域であることを特徴とする請求項 1 1 記載の半導体基板の切断方法。

1 3. 表面に機能素子が形成された半導体基板を切断予定ラインに沿って切断する半導体基板の切断方法であって、

前記半導体基板の裏面をレーザ光入射面として前記半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することで改質領域を形成し、その改質領域によって、前記切断予定ラインに沿って前記レーザ光入射面から所定距離内側に切断起点領域を形成する工程と、

前記切断起点領域を形成した後に、前記半導体基板の裏面にダイボンド樹脂層

を介在させて拡張可能な保持部材を取り付ける工程と、

前記保持部材を取り付けた後に、前記保持部材を拡張させることで前記半導体基板及び前記ダイボンド樹脂層を前記切断予定ラインに沿って切断する工程とを備えることを特徴とする半導体基板の切断方法。

5 1 4. 前記切断起点領域を形成する前に、前記半導体基板が所定の厚さとなるように前記半導体基板の裏面を研磨する工程を備えることを特徴とする請求項 1 3 記載の半導体基板の切断方法。

1 5. 前記改質領域は熔融処理領域を含むことを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 記載の半導体基板の切断方法。

10 1 6. 前記切断起点領域を形成する際には、前記切断起点領域を起点として前記半導体基板の表面に割れを到達させることを特徴とする請求項 1 3 ～ 1 5 のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。

1 7. 前記切断起点領域を形成する際には、前記切断起点領域を起点として前記半導体基板の裏面に割れを到達させることを特徴とする請求項 1 3 ～ 1 5 のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。

15 1 8. 前記切断起点領域を形成する際には、前記切断起点領域を起点として前記半導体基板の表面と裏面とに割れを到達させることを特徴とする請求項 1 3 ～ 1 5 のいずれか一項記載の半導体基板の切断方法。

図1

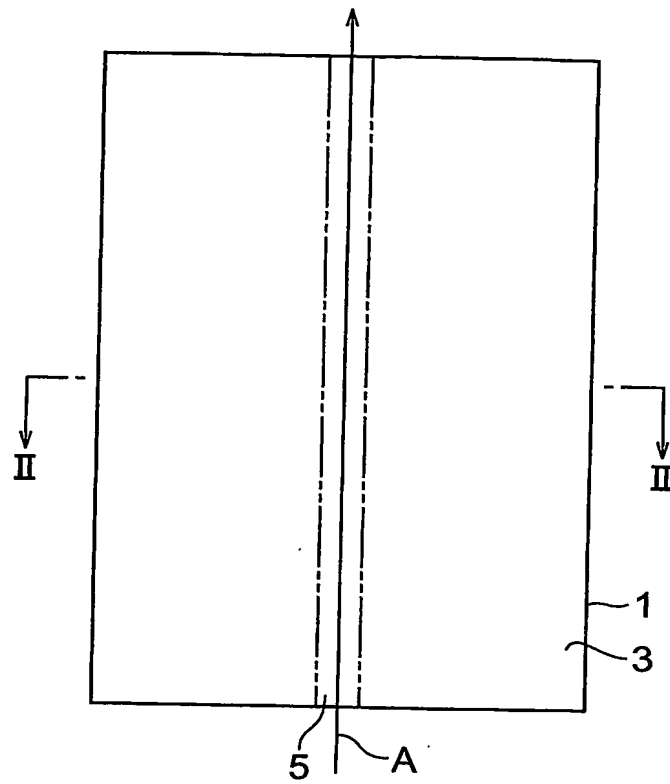


図2

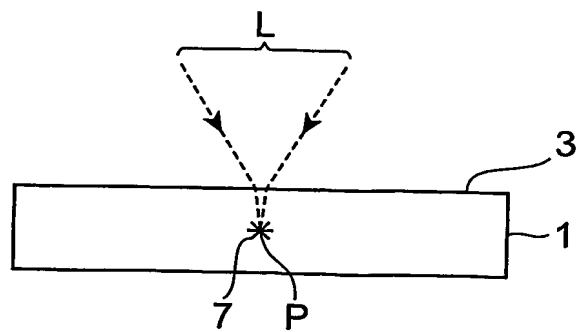


図3

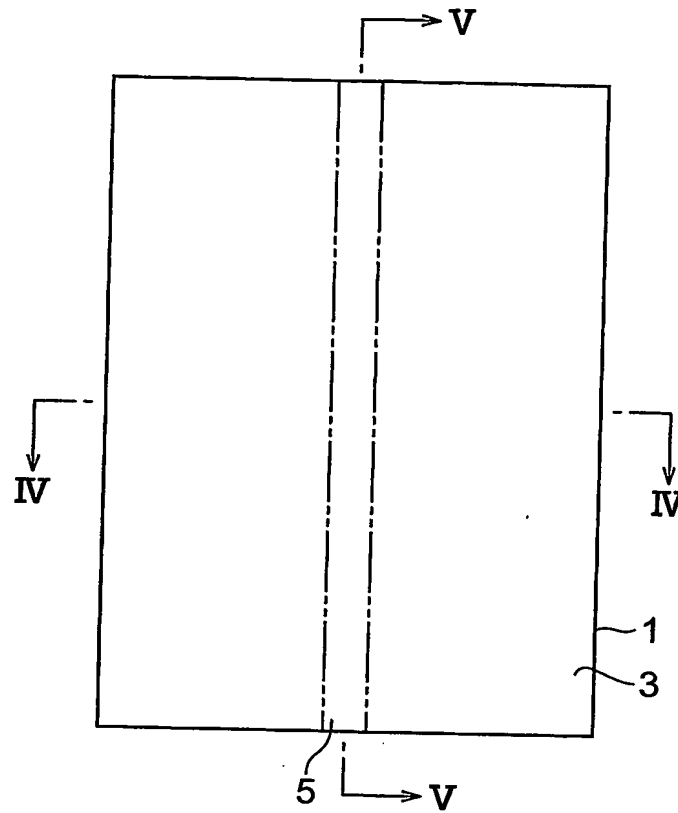


図4

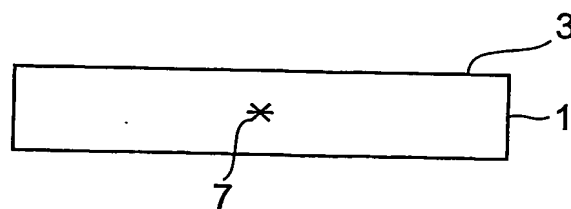


図5

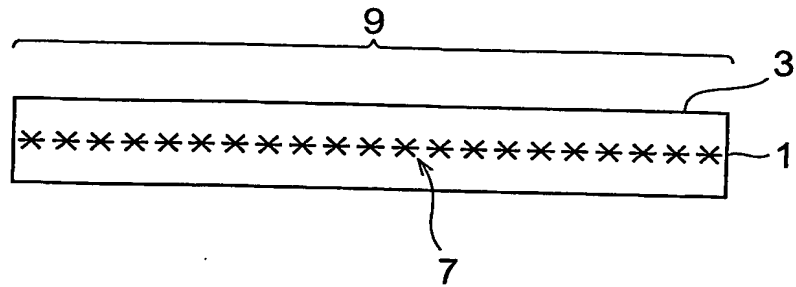
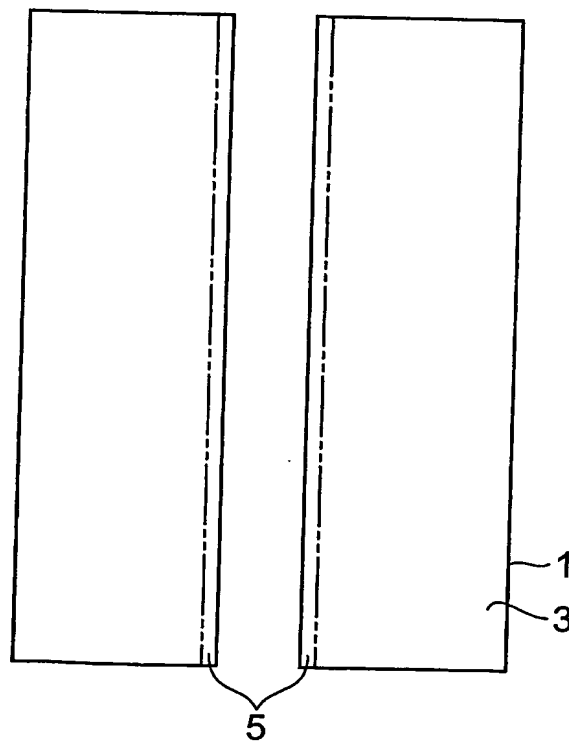


図6



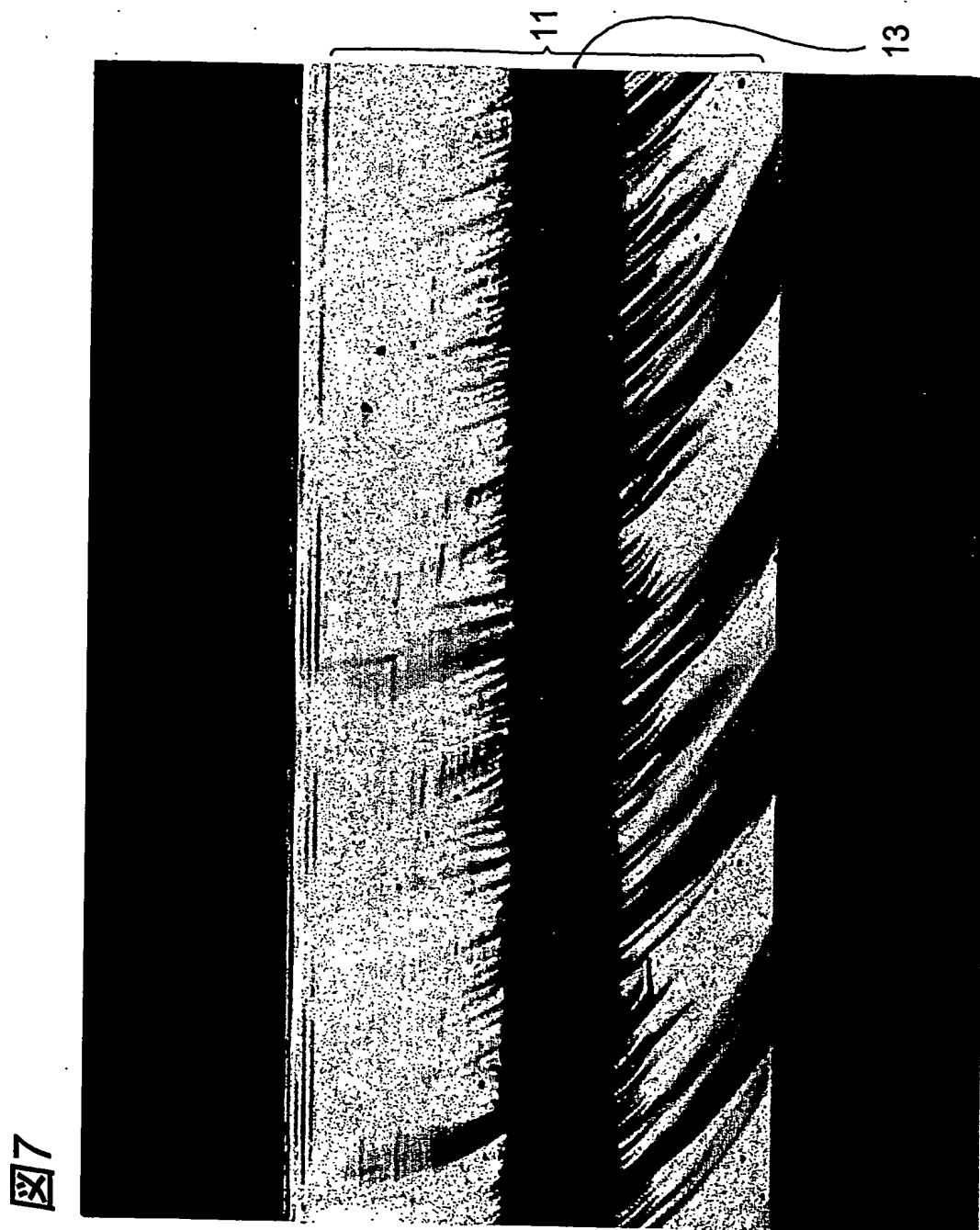


図8

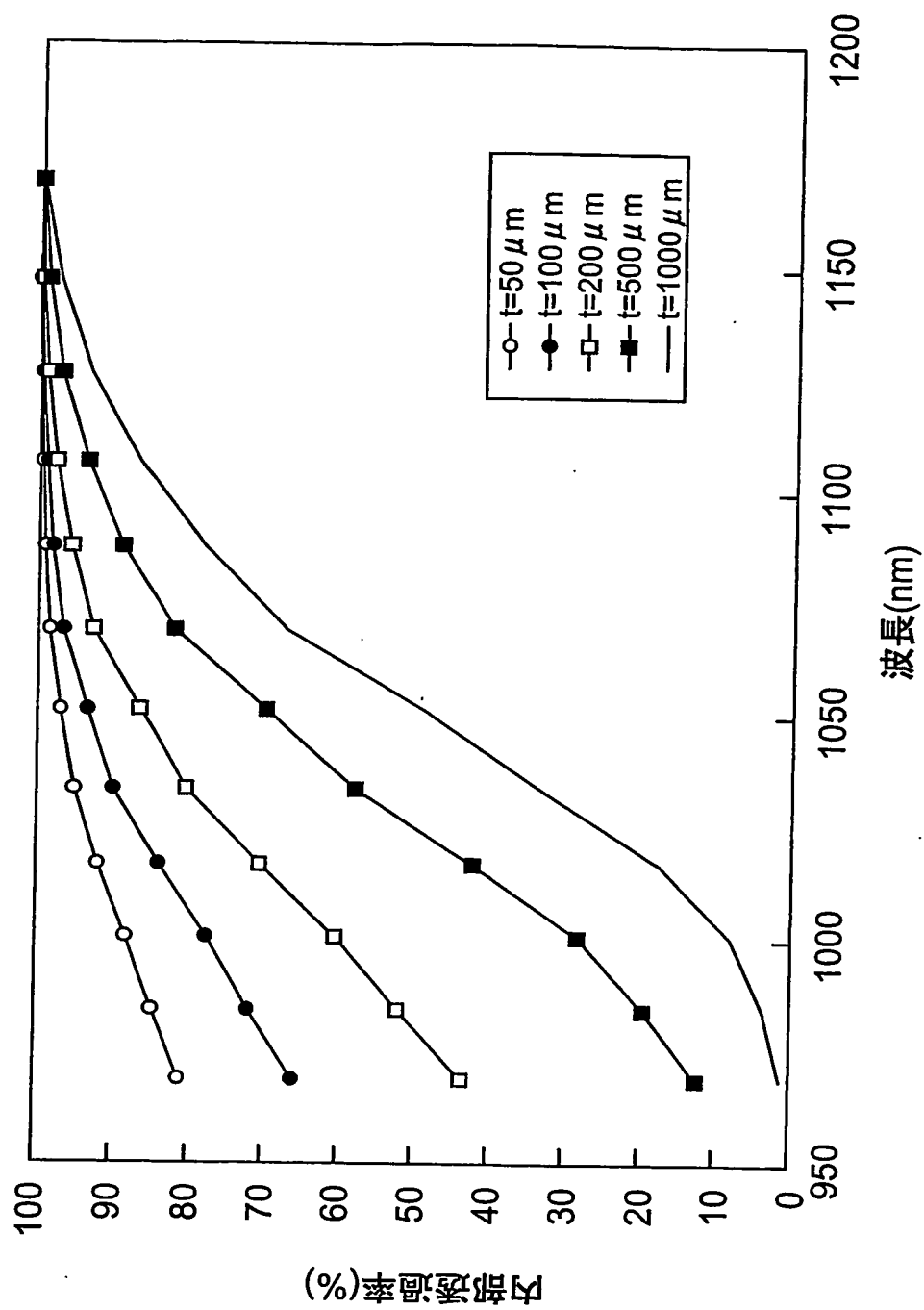


図9

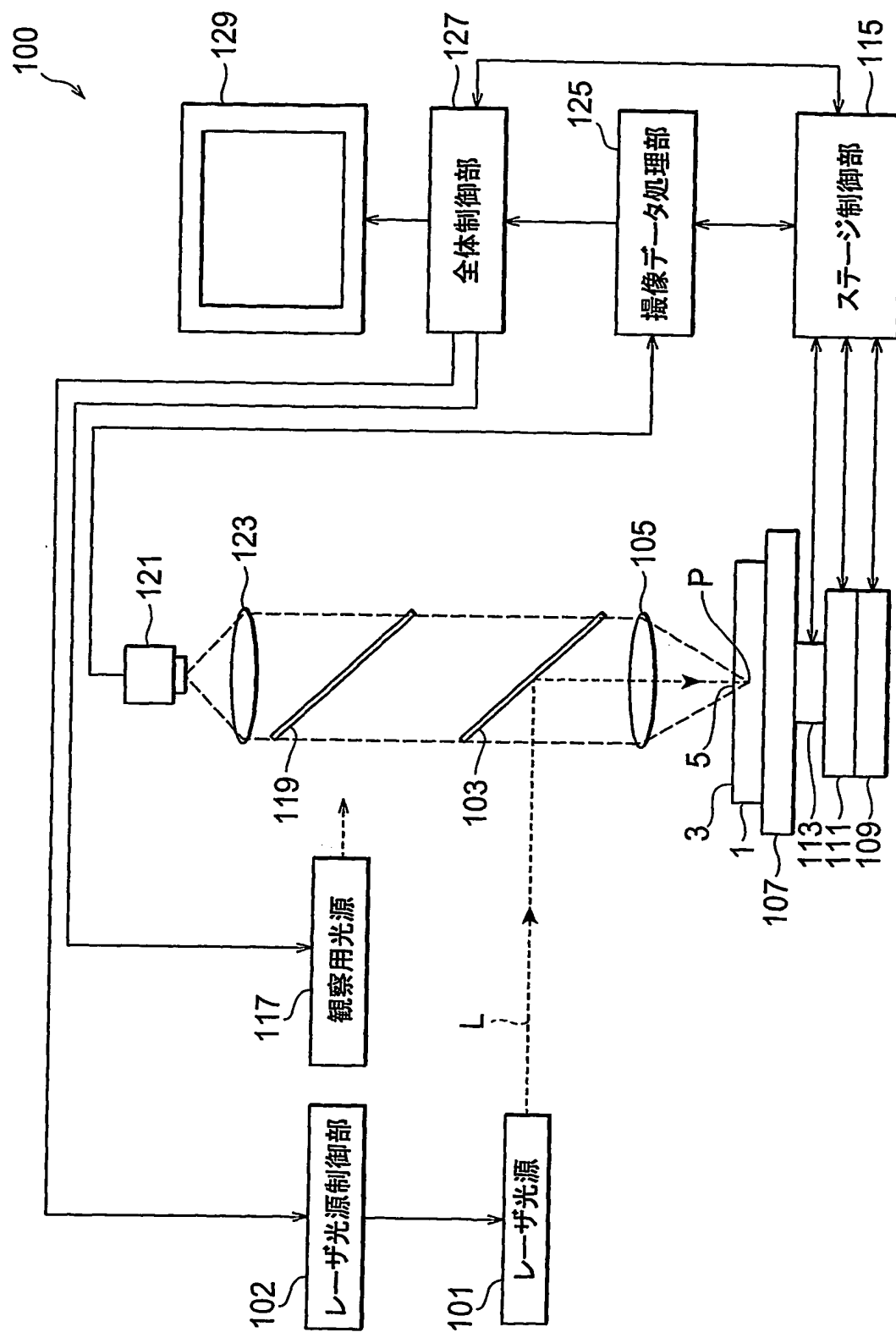


図10

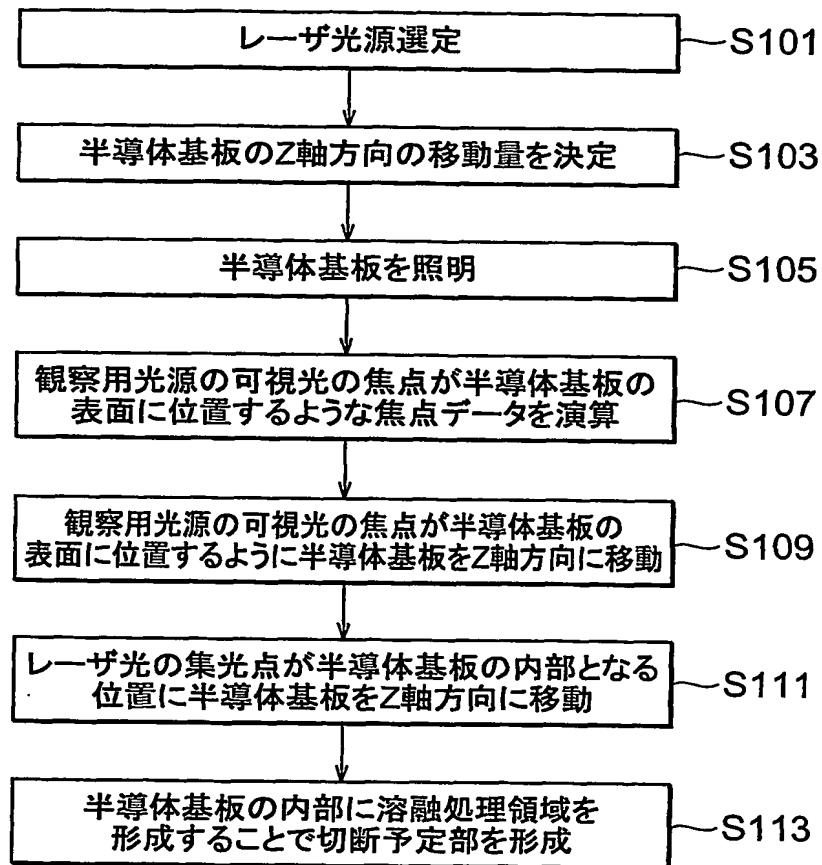


図11A

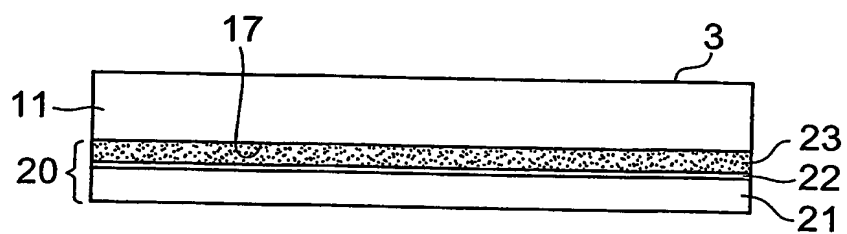


図11B

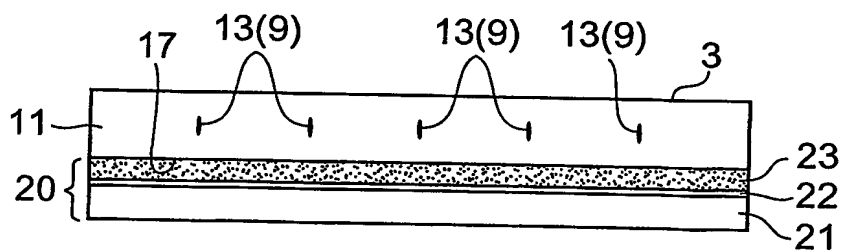


図12A

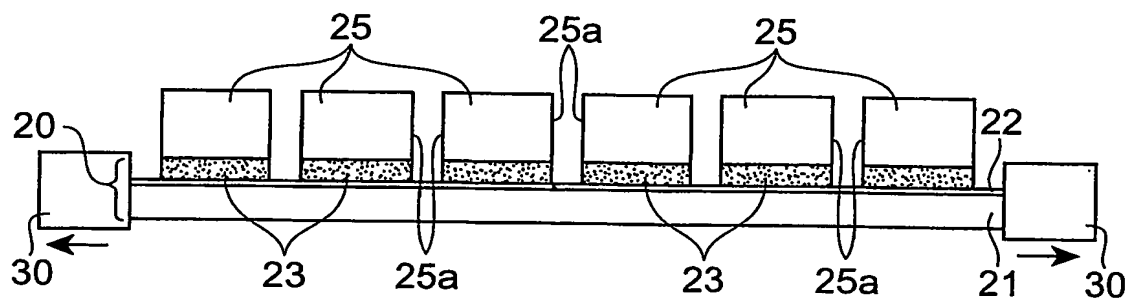


図12B

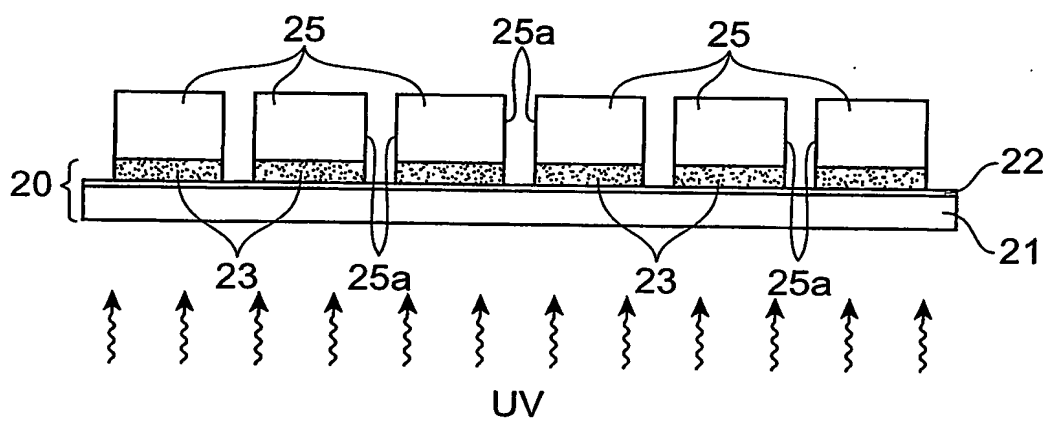


図13A

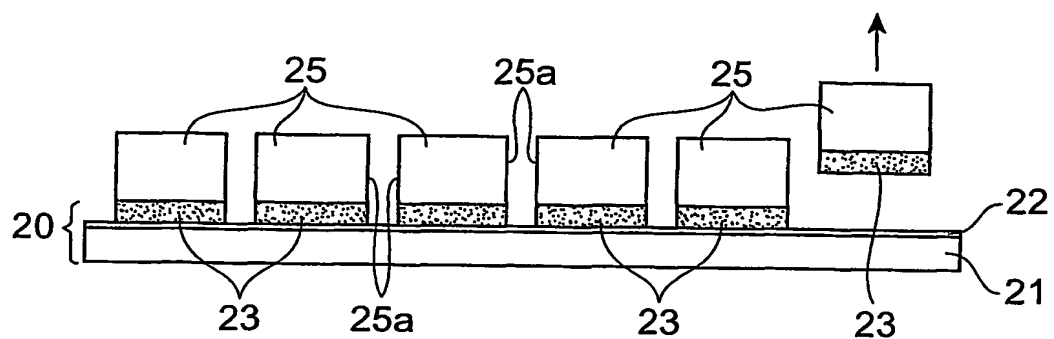


図13B

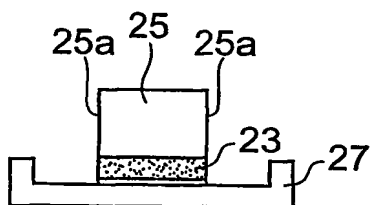


図14A

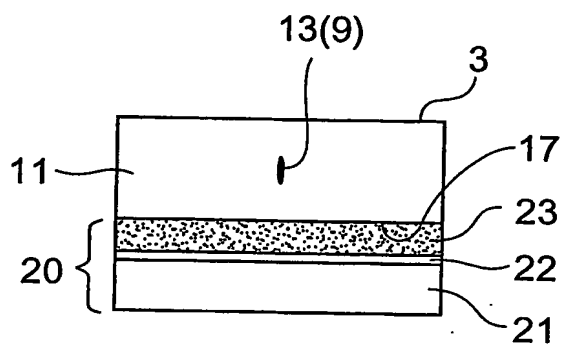


図14B

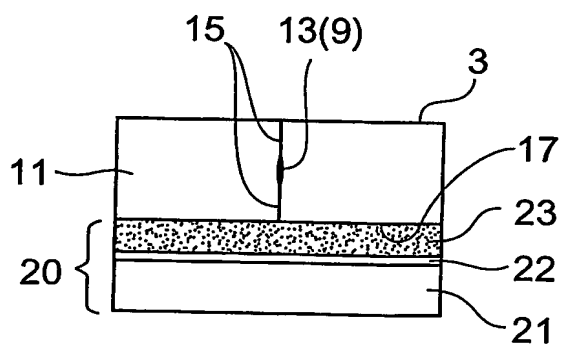


図15A

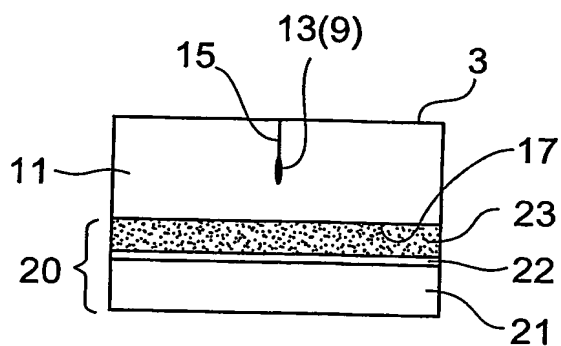


図15B

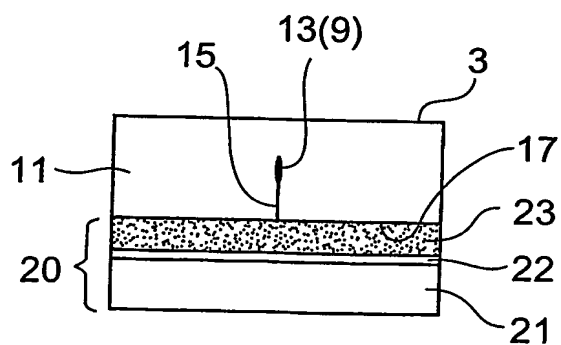


図16A

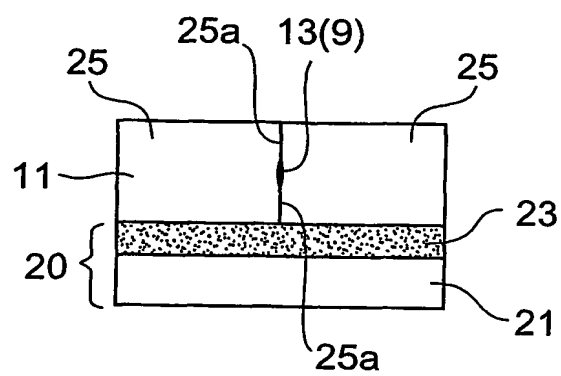


図16B

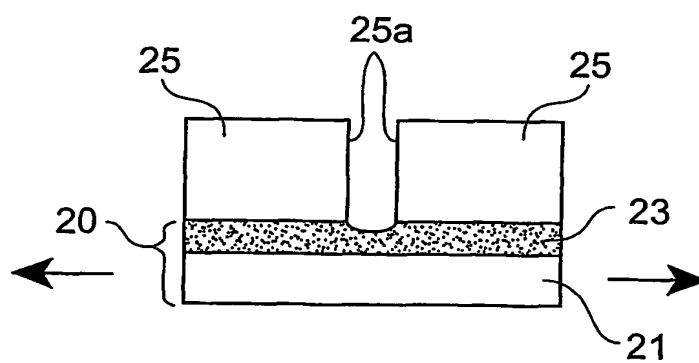


図17A

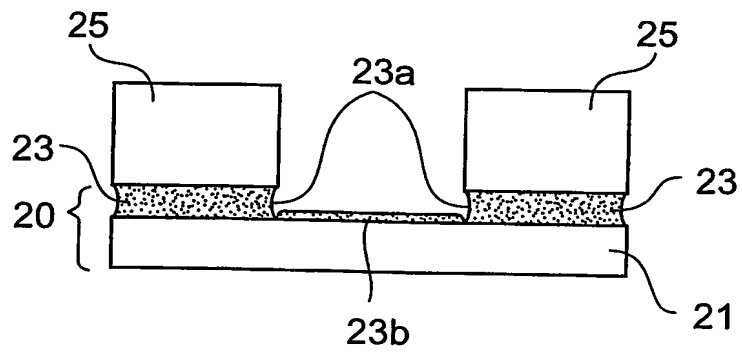


図17B

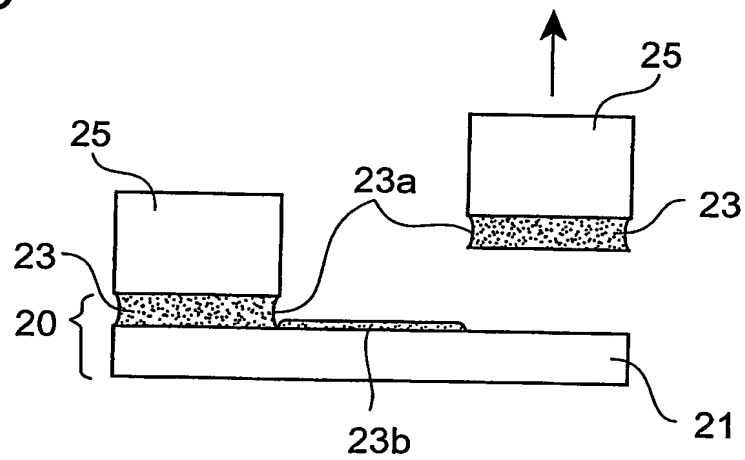


図18

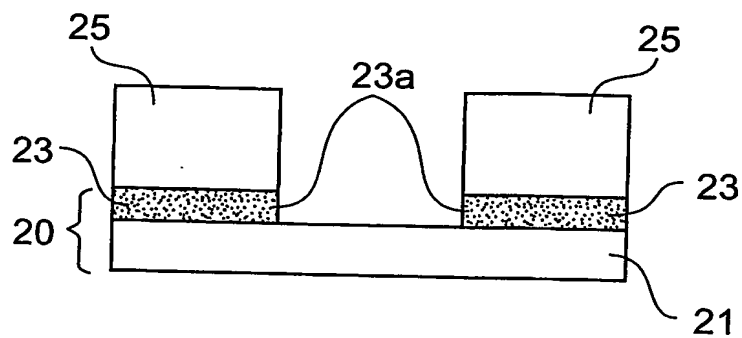


図19A

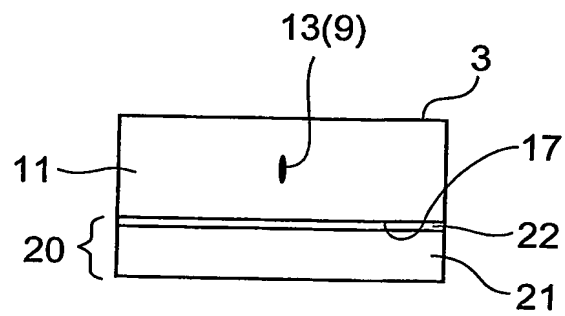


図19B

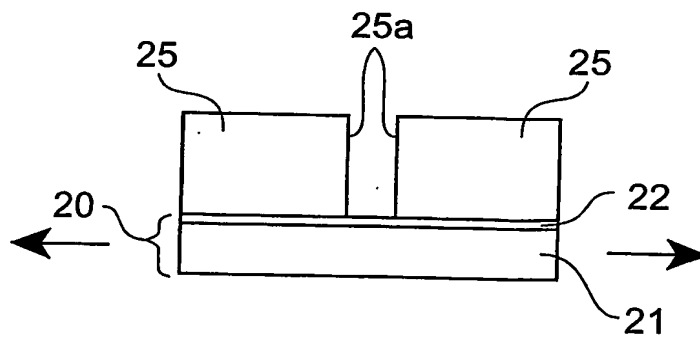


図20A

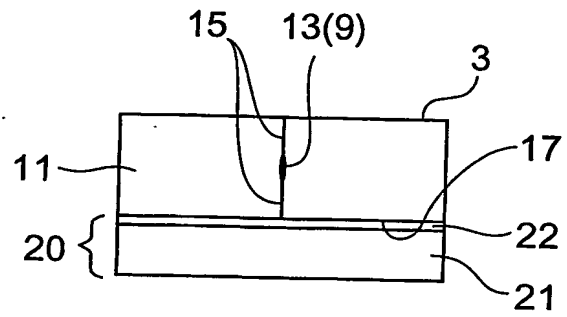


図20B

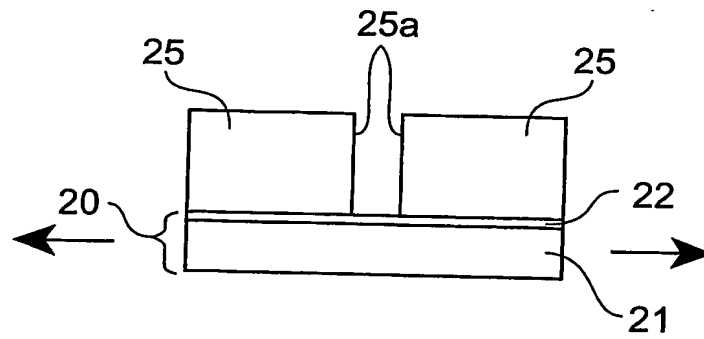


図21A

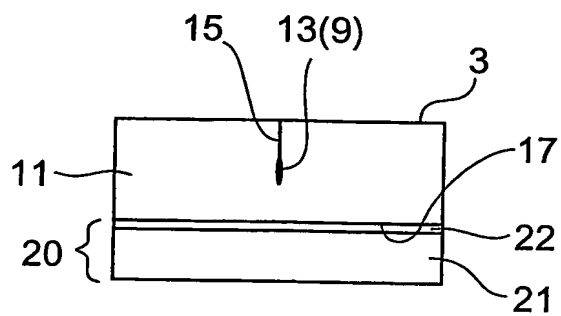


図21B

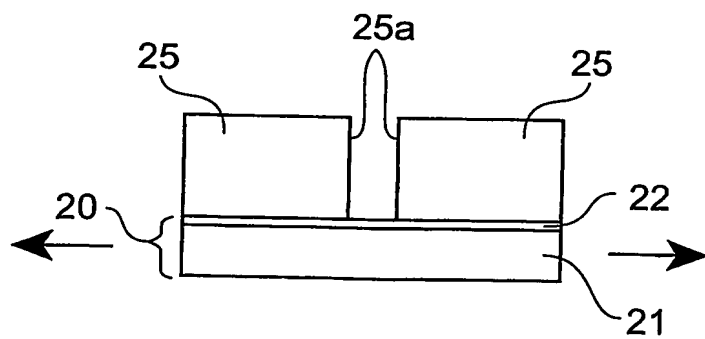


図22A

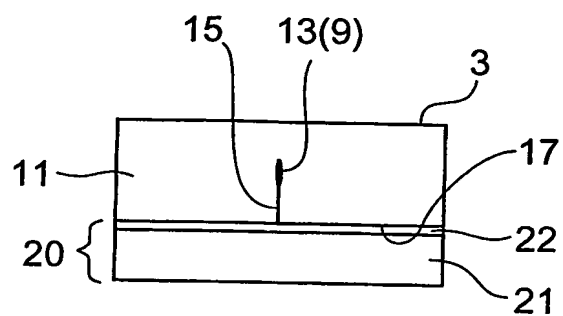


図22B

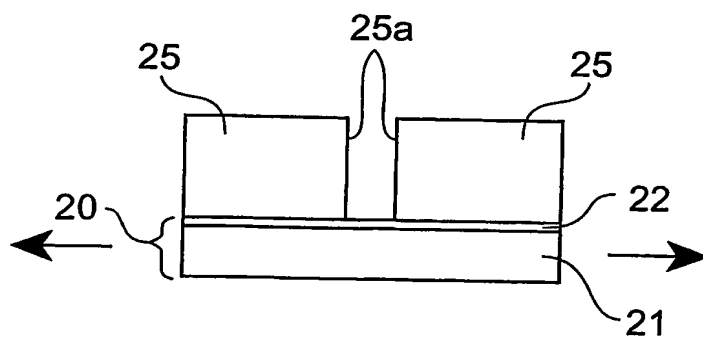


図23

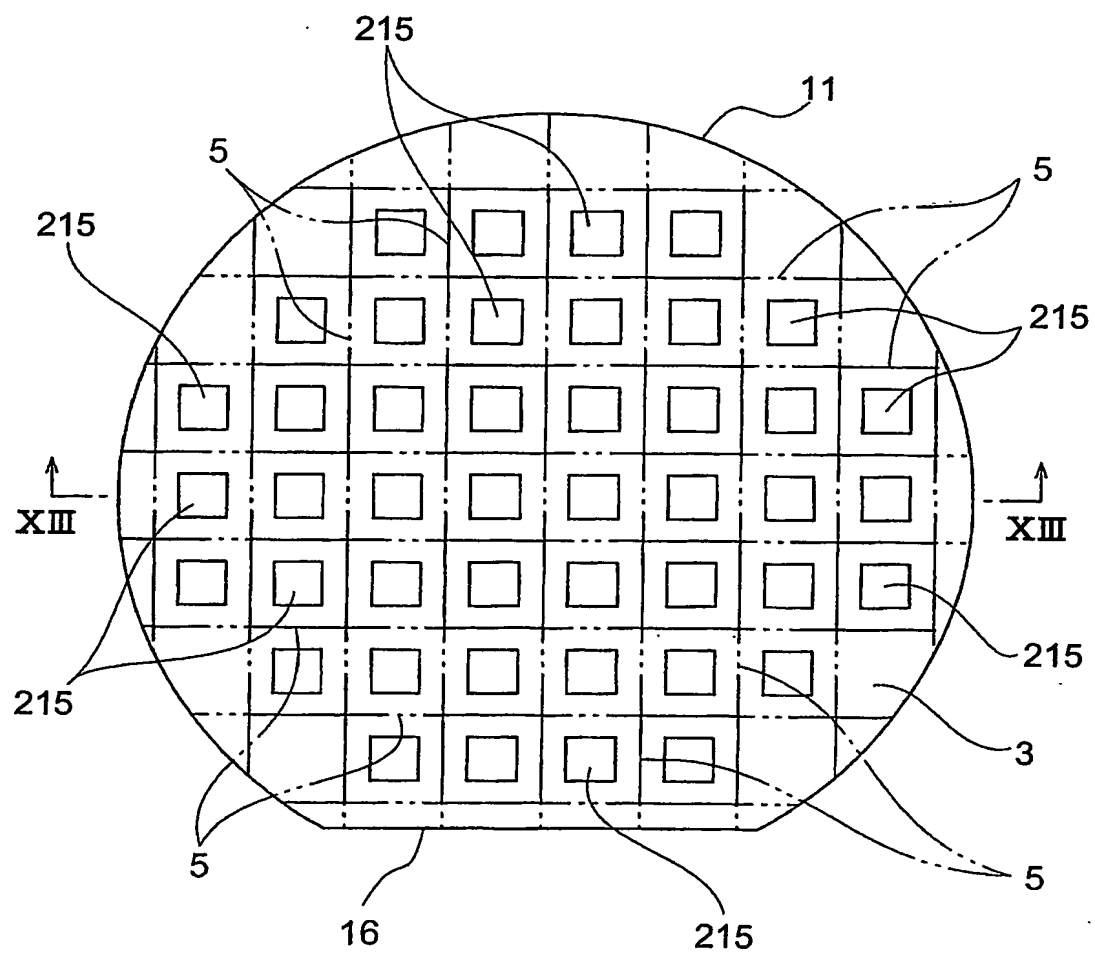


図24A

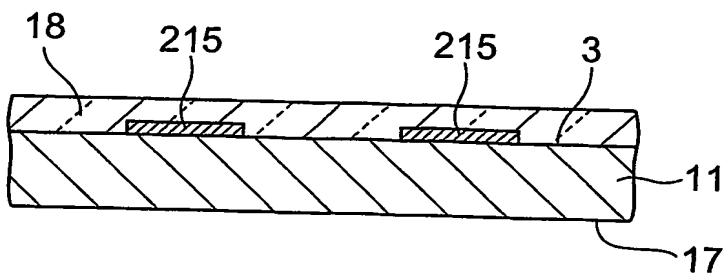


図24B

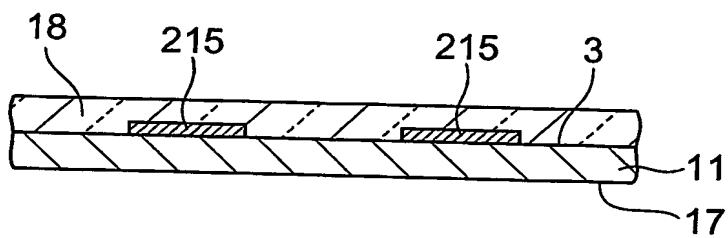


図24C

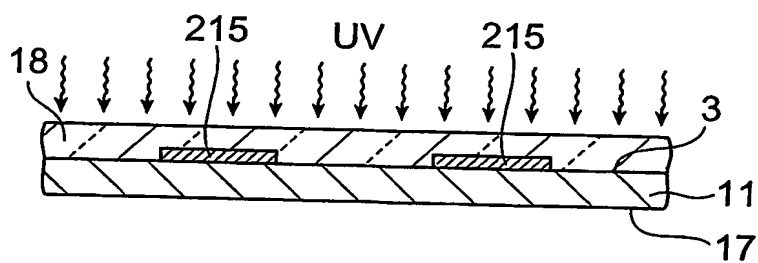


図25A

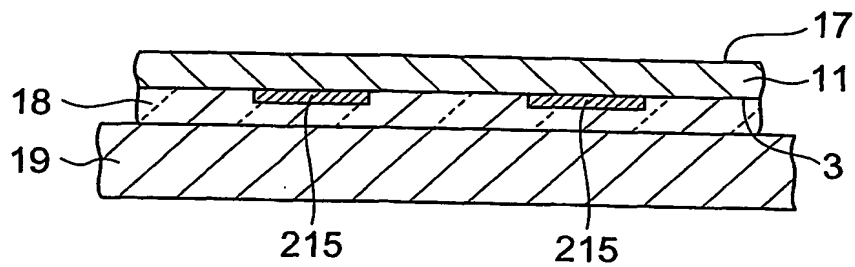


図25B

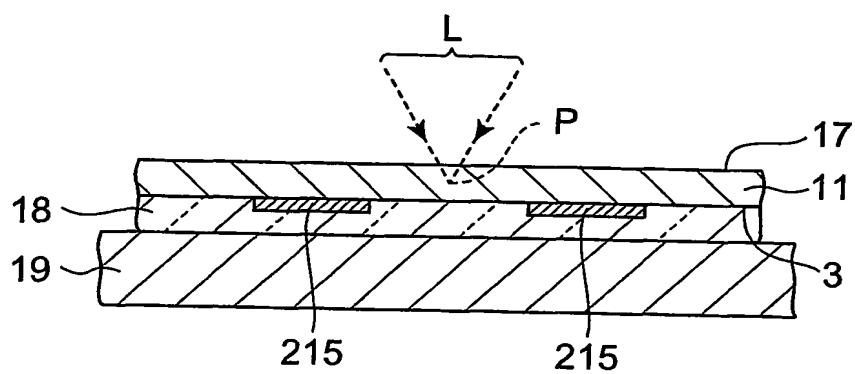


図25C

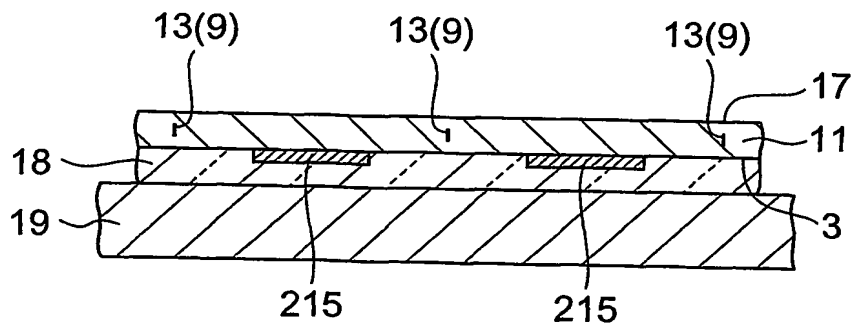


図26A

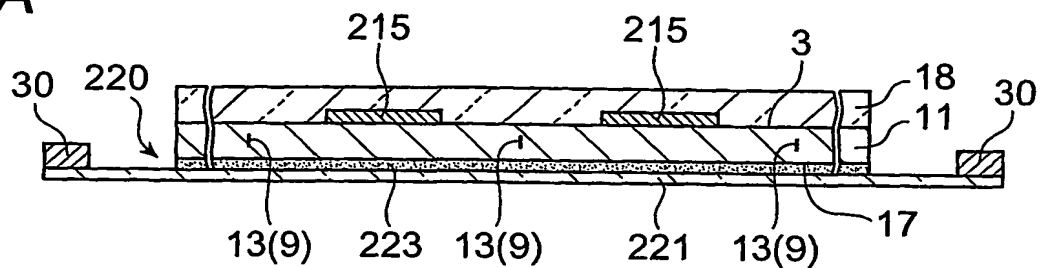


図26B

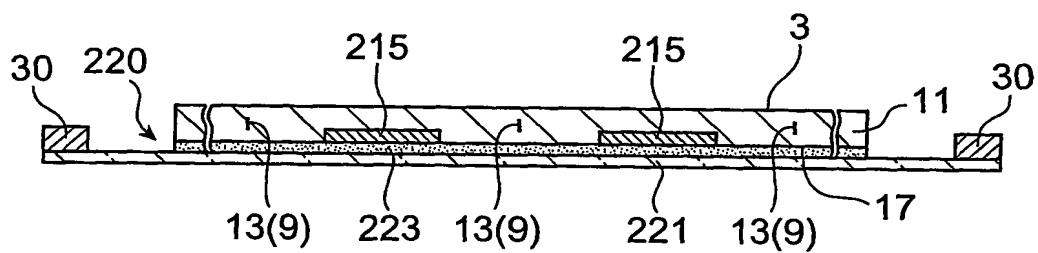


図26C

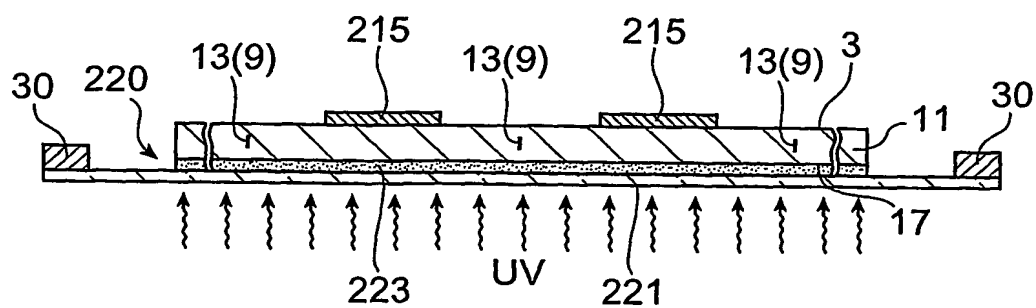


図27A

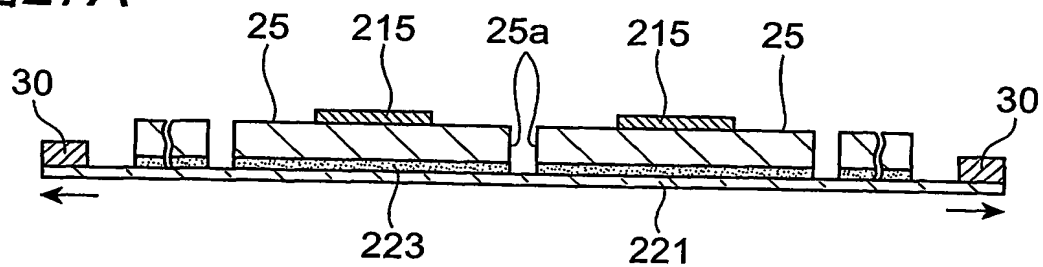


図27B

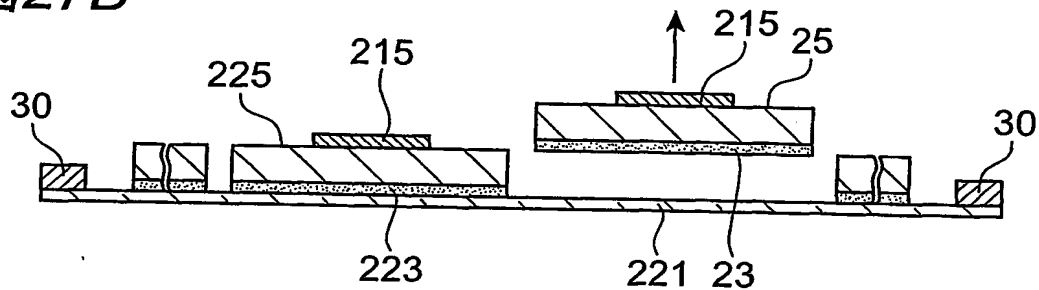
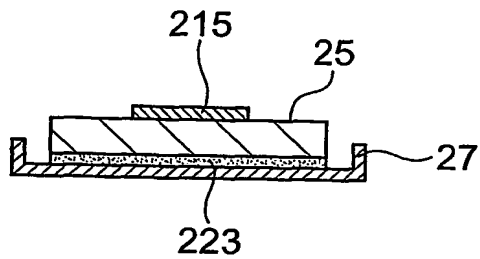


図27C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L21/301, B28D5/00, B23K26/38, B23K101:40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/301, B28D5/00, B23K26/38, B23K101:40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-192370 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 10 July, 2002 (10.07.02), Full text; all drawings & EP 1338371 A1	1-18
Y	JP 2002-226796 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 14 August, 2002 (14.08.02), Par. No. [0112]; Fig. 6 (Family: none)	1-18
Y	JP 7-37840 A (NEC Corp.), 07 February, 1995 (07.02.95), Par. Nos. [0014] to [0019] (Family: none)	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 December, 2003 (15.12.03)Date of mailing of the international search report
13 January, 2004 (13.01.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11624

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 60-55640 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 30 March, 1985 (30.03.85), Page 2, upper right column, lines 1 to 18 (Family: none)	1-18
A	JP 11-221684 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 17 August, 1999 (17.08.99), (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/301 B28D5/00 B23K26/38 B23K101:40

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/301 B28D5/00 B23K26/38 B23K101:40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2002-192370 A (浜松ホトニクス株式会社) 2002.07.10, 全文, 全図 & EP 1338371 A1	1-18
Y	J P 2002-226796 A (日立化成工業株式会社) 2002.08.14, 【0112】, 図6 (ファミリーなし)	1-18
Y	J P 7-37840 A (日本電気株式会社) 1995.02.07, 【0014】 - 【0019】 (ファミリーなし)	1-18

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.12.03

国際調査報告の発送日

13.01.04

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

紀本 孝

3P

8815

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 60-55640 A (三洋電機株式会社) 1985. 03. 30, 第2頁右上欄第1-18行 (ファミリーなし)	1-18
A	J P 11-221684 A (浜松ホトニクス株式会社) 199 9. 08. 17 (ファミリーなし)	1-18